



MAROC

**EVALUATION DES BESOINS
TECHNOLOGIQUES
ET PLAN D'ACTION TECHNOLOGIQUE
AUX FINS D'ADAPTATION
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

(Version Finale)

Septembre 2012

Pr. Mohamed Sinan

Expert en Ressources en Eau et en Changements Climatiques

Directeur de la Recherche

Ecole Hassania des Travaux Publics.



PREFACE

Au cours des cinq décennies écoulées l'ensemble des pays de la planète a connu des perturbations majeures du climat, conduisant à des catastrophes naturelles dévastatrices et des pollutions meurtrières. Les écosystèmes se dégradent de façon incontestable, ce qui remet en question leur équilibre vital. Les ressources naturelles sont soumises à une surexploitation effrénée qui compromet leur durabilité.

Ces perturbations aux manifestations multiformes : inondations et sécheresses, cyclones, ouragans, fonte de glaciers et des calottes glacières des pôles, pluies diluviennes et glissements de terrains, éruptions volcaniques inhabituelles, incendies de forêts, élévation du niveau de la mer..., n'ont pas manqué d'attirer l'attention de la Communauté internationale.

C'est ainsi que de nombreuses études et réflexions sont engagées par diverses instances internationales depuis les années 70. Pour ne pas être exhaustif je n'en citerai que deux exemples bien connus, « Halte à la croissance ? » et « Notre avenir à tous » plus connu sous le titre de « Rapport Brundtland ».

La première étude a été réalisée par un groupe de chercheurs du MIT et publiée par le Club de Rome en 1972. Elle souligne les dangers écologiques de la croissance économique et démographique que connaît le monde à cette époque.

La seconde, publiée en 1987, est le Rapport de synthèse des travaux de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU. Elle constate une grave dégradation de l'environnement à l'échelle de la planète. Celle-ci est bien la conséquence des modes de consommation et de production non durables des pays du Nord, et de la grande pauvreté qui prévaut dans les pays du Sud. Ainsi est né le concept de développement durable dont la définition universellement admise découle des travaux de cette commission de l'ONU.

Le Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), mis en place en 1988 par l'Organisation Mondiale de la Météorologie et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, évalue à intervalles réguliers l'état des connaissances relatives au changement climatique. Ses Rapports, et notamment le Quatrième publié en 2007, ont mis en évidence de manière progressive et méthodique, les fortes corrélations entre les émissions de gaz à effets de serre (GES), le réchauffement de la planète et les manifestations dramatiques des changements climatiques qui n'épargnent aucun pays.

Conscient des enjeux et des défis, auxquels l'Humanité toute entière doit faire face, le Maroc n'a pas hésité à être parmi les premiers signataires des Conventions du Sommet de la Terre en 1992, et parmi les premiers pays à les ratifier. Il s'engage, volontairement, à contribuer aux efforts de la Communauté internationale en inscrivant, dans ses Stratégies nationales sectorielles, la mise en œuvre d'une politique concertée d'atténuation des émissions de gaz à effets de serre (GES), et d'adaptation aux effets néfastes du changement climatique.

Leur mise en œuvre, matérialisée par un ensemble de projets d'envergure nationale, voire régionale, requiert des technologies appropriées et conformes aux prescriptions de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique.

Dans son article 1 elle déclare, je cite, «... l'objectif ultime de la présente Convention, et de tous instruments juridiques connexes que la Conférence des Parties pourrait adopter, est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable.»

Le Plan d'Action Technologique que j'ai le plaisir de préfacier, et de vous présenter, s'inscrit parfaitement dans les principes fondamentaux de la CCNUCC (Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique) et dans le Programme stratégique de transfert de technologies de Poznan (14^{ème} COP décembre 2008).

Le Maroc et quarante-quatre pays en développement Parties non Annexe 1 de la Convention, ont été choisis pour engager une nouvelle Evaluation de leurs Besoins Technologiques (EBT-CC), et élaborer leur Plan d'Actions Technologiques, pour bénéficier des mesures et moyens prévus pour le transfert de technologies. Il s'agit d'encourager ces pays à identifier, selon un processus de concertation participative, les technologies qui s'inscrivent dans les priorités de leurs stratégies nationales de développement durable. Celles-ci devront contribuer significativement à l'atténuation des émissions de GES, et réduire la vulnérabilité des populations et des secteurs économiques aux impacts des changements climatiques.

Au Maroc l'Evaluation des Besoins Technologiques et l'élaboration du Plan d'Actions Technologiques ont été confiées à deux experts nationaux, la Direction de l'Observation et de la Programmation assurant la coordination et le suivi des travaux sous l'autorité du Comité National composé des représentants des instances publiques, semi publiques et privées concernées par les changements climatiques.

Lors de sa première réunion du 15 décembre 2010, à l'issue de la présentation de la note méthodologique préparée par les deux experts, le Comité National a validé le processus de l'EBT-CC, identifié les secteurs économiques prioritaires, les uns concernés par la réduction des émissions des gaz à effet de serre (GES), les autres par l'impératif de la réduction de la vulnérabilité consécutive aux changements climatiques.

Les technologies qui vous sont présentées dans le PAT ont été identifiées, hiérarchisées et priorisées de manière participative, à l'issue de plus de soixante réunions des Groupes sectoriels composés de représentants des institutions publiques et privées concernées.

Le Professeur A. Lahbabi, expert en atténuation, a animé et dirigé les groupes des secteurs de l'énergie, de l'industrie et de l'habitat. Leurs travaux ont abouti au choix de quatre technologies que vous retrouvez dans le document du volet atténuation.

Le Professeur M.Sinan a animé et dirigé les groupes des secteurs de l'eau et de l'agriculture. Le volet adaptation présente douze (12) technologies, dont sept pour le secteur de l'eau et cinq (5) pour l'agriculture, dont deux relèvent de la recherche/développement.

Le Groupe horizontal Recherche et développement, animé conjointement par les deux experts, a identifié cinq (5) technologies dont certaines étaient mûres pour être développées et déployées dans des projets à réaliser tels que le logement social durable pour le volet atténuation, le semis direct en agriculture et la recharge artificielle des nappes phréatiques pour le secteur de l'eau dans le cadre du volet adaptation.

Le Docteur M. Sedrati a, tout au long du processus, assuré la fonction de facilitateur au cours des réunions de l'ensemble des groupes sectoriels et des contacts avec les secteurs concernés.

Le Plan d'Action Technologique, avec ses deux volets complémentaires « Atténuation et Adaptation », a été élaboré par les experts et les porteurs de projet, à la satisfaction du Comité National Marocain, de la Coordination nationale et des Coordonnateurs Régionaux du Projet d'Evaluation des Besoins Technologiques pour le Changement Climatique.

J'adresse toutes mes félicitations à l'équipe qui a su mener avec doigté les travaux des différents groupes sectoriels, aux membres de ces groupes et aux institutions qu'ils représentent pour leur engagement et leur soutien tout au long du processus, et à tout ceux et celles qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Monsieur Fouad DOURI
Ministre de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement



REMERCIEMENTS

Le présent travail, qui a duré plus d'une année et demi est le fruit de la collaboration et du soutien de :

- plusieurs départements ministériels, administrations, agences publiques, etc ;
- plusieurs hauts responsables et cadres de ces différents organismes.

Nous tenons à leur présenter nos vifs remerciements et gratitude pour leur soutien et encouragement, ainsi que pour les données et documents qu'ils ont bien voulu mettre à notre disposition.

Etant donné les secteurs prioritaires qui ont été choisis par les membres du Comité national du projet EBT (eau et agriculture), nous avons eu plus de contact avec ces deux importants départements ministériels. Nous leur présentons nos vifs remerciements.

Nos remerciements sont adressés également :

- aux directeurs du projet EBT; Mme. Maya Aherdane (Directrice de l'Observation et de la Programmation au Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement) et M. Mohamed Nbou (Directeur des Etudes, de la Planification et de la Prospective du Département de l'Environnement, (Ministère de l'Energie et des Mines, de l'Eau et de l'Environnement) ;

Grâce à leurs directives, aux nombreuses réunions que nous avons tenues ensemble et à leur conseils, de nombreuses difficultés ont pu être surmontées et que ce travail a pu voir le jour;

- au Dr. M'hamed Sedrati ; facilitateur de l'équipe du projet EBT pour toute l'aide apportée, notamment pour les nombreux contacts effectués avec les collègues du Département de l'Agriculture ;
- aux coordonnateurs des groupes de travail du secteur de:
 - l'eau : M. Benabdelfadil de la Direction Générale de l'Hydraulique ;
 - l'agriculture : M. Badraoui (directeur de l'INRA), M. M'hamed Belghiti (Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole) et M. Hamid Felloun (Agence pour le Développement Agricole) ;
 - l'eau potable ; M. Mahmoud Hafsi de l'ONEP ;
 - la recherche ; M. Zayer Majid et Mohammed Benbouida du Ministère de l'Enseignement Supérieur;
- à tous les directeurs, cadres et chercheurs des différents départements ministériels, universités et instituts de recherche qui ont participé activement aux travaux des différents groupes de travail et les porteurs des projets pour leur contribution à l'aboutissement de ce travail.

Enfin, nous remercions vivement nos collègues de :

- la Division de l'Industrie, de la Technologie et de l'Economie (DTIE) du PNUE ;
- le Centre Risø du PNUE (au Danemark), notamment M. Ivan Nygard ;
- le Centre Régional de l'ONG ENDA Energie de Dakar (Sénégal) pour leur grand soutien, leur accompagnement et leurs conseils.

ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ABH	: Agence de Bassin Hydraulique
ADA	: Agence pour le Développement Agricole
ADEREE	: Agence de Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique
CC	: Changement Climatique
CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CGEM	: Confédération Générale des Entrepreneurs du Maroc
CNP	: Comité National du Projet
CNRST	: Centre National de la Recherche Scientifique et Technique
CPP	: Comité de pilotage du projet
DEA	: Direction de l'Eau et de l'Assainissement
DGCL	: Direction Générale des Collectivités Locales
DMN	: Direction de la Météorologie Nationale
EBT	: Evaluation des Besoins Technologiques
EHTP	: Ecole Hassania des Travaux Publics
ENFI	: Ecole Nationale de la Forêt
EnR	: Energie renouvelable
FEC	: Fonds d'Equipeement Communal
FEM	: Fonds Environnement Mondial
GES	: Gaz à Effet de Serre
GTP	: Groupes de travail du projet
HCEFLD	: Haut Commissariat d'Etat Chargé des Eaux et des Forêts et de la Lute contre la Désertification
IAV	: Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
INRA	: Institut National de la Recherche Agronomique
IPCC	: Intergovernmental Panel of Climate Change
IRESEN	: Institut de Recherche en Energie Solaire et Energies Nouvelles
MASEN	: Moroccan Agency for Solar Energy
MDP	: Mécanisme de Développement Propre
MEMEE	: Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement
MHUAE	: Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Aménagement de l'Espace
ONEP	: Office National de l'Eau Potable
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ORMVA	: Office Régional de Mise en Valeur Agricole
PAT	: Plan d'Action Technologique
PNAP	: Plan National d'Actions Prioritaires
PNDM	: Programme National de Gestion des Déchets Ménagers
PNUE	: Programme des Nations Unies sur l'Environnement
R&D	: Recherche et Développement
SEEE	: Secrétariat d'Etat Chargé de l'Eau et de l'Environnement
SNPE	: Stratégie Nationale de Protection de l'Environnement
TNA	: Technology Assessment Needs

TABLE DES MATIERES

PREFACE.....	1
REMERCIEMENTS.....	3
Liste des Figures	12
LISTE DES TABLEAUX.....	13
Section I : Rapport d’Evaluation des Besoins Technologiques	14
Chapitre 1. Introduction	15
Chapitre 2. Arrangement institutionnel du projet EBT-C.....	16
2.1. Structure organisationnelle du projet EBT-C du Maroc	16
2.1.1. Equipe du projet (EQP)	16
2.1.2. Comité de Pilotage du Projet (CPP)	17
2.2. Processus d’engagement des parties prenantes suivi par le projet EBT-C	17
2.2.1. Comité National du projet (CNP)	17
2.2.2. Groupes de travail du projet (GTP)	19
2.3. Justification du choix des secteurs prioritaires et des groupes	21
2.3.1. Priorités nationales et documents de référence	21
2.3.2. Secteurs prioritaires pour les technologies d’adaptation	21
Chapitre 3. Définition d’un ordre de priorité du secteur de l’Eau	22
3.1. Potentiel des ressources en eau du Maroc.....	22
3.2. Vulnérabilité des ressources en eau au changement climatique	24
3.3. Stratégie de l’eau	27
3.4. Critères et processus de hiérarchisation des technologies	28
3.4.1. Sélection primaire	29
3.4.2. Sélection secondaire	30
3.5. Résultats de hiérarchisation des technologies	30
3.5.1. Résultats de la hiérarchisation	30
3.5.2. Analyse multicritères des technologies d’adaptation	31
3.5.3. Technologies d’adaptation retenues pour la suite du processus EBT	36
Chapitre 4. Ordre de priorité technologique pour le secteur de l’Agriculture	36
4.1. Place de l’Agriculture dans l’économie nationale.....	36
4.2. Impact des changements climatiques sur le secteur agricole	37
4.3. Stratégie Agricole du Maroc.....	39
4.4. Critères et processus de hiérarchisation des technologies	40
4.5. Résultats de hiérarchisation des technologies	40
4.5.1. Technologies retenues	40
4.5.2. Analyse multicritères des technologies d’adaptation dans le secteur agricole.....	41
4.5.3. Technologies d’adaptation retenues pour la suite du processus EBT	43
Chapitre 5. Conclusions	44
Section II : Plan d’Action Technologique	45
Chapitre 1. Secteur de l’Eau	46
1.1 Cibles préliminaires pour le transfert et la diffusion de technologies basées sur la Section I	46
1.1.1 Technologies du secteur des ressources en eau.....	46
1.1.1.1. Collecte des eaux pluviales	46
1.1.1.2. Systèmes d’annonce de crues	46
1.1.1.3. Barrages gonflables	46
1.1.2. Technologies du sous-secteur de l’eau potable	47

1.1.2.1. Dessalement de l'eau de mer	47
1.1.2.2. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable.	48
1.2. Analyse des barrières de déploiement des technologies du secteur de l'eau	48
1.2.1. Sous-secteur des ressources en eau	48
1.2.1.1. Collecte des eaux pluviales (CEP).....	48
1.2.1.2. Système d'annonce et d'alerte aux crues.....	48
1.2.1.3. Barrage gonflable type "Rubber Tube Dam"	48
1.2.1.4. Recharge artificielle des nappes	49
1.2.2. Sous-secteur de l'eau potable	49
1.2.2.1. Dessalement de l'eau de mer	49
1.2.2.2. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement d'eau	49
1.3. Mesures d'incitation pour lever les barrières.....	49
1.3.1. Sous-secteur des ressources en eau	49
1.3.1.1. Collecte des eaux pluviales (CEP)	49
1.3.1.2. Système d'annonce et d'alerte aux crues.....	50
1.3.1.3. Barrage gonflable type "Rubber Tube Dam"	50
1.3.1.4. Recharge artificielle des nappes.....	50
1.3.2. Sous-secteur de l'eau potable	50
1.3.2.1. Dessalement de l'eau potable	50
1.3.2.2. Dessalement et déminéralisation de l'eau avec utilisation de l'énergie renouvelable	50
1.3.2.3. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement d'eau	51
1.4. Cadre propice pour surmonter les barrières.....	51
1.4.1. Sous-secteur des ressources en eau	51
1.4.1.1. Collecte des eaux pluviales (CEP)	51
1.4.1.2. Système d'annonce et d'alerte aux crues.....	51
1.4.1.3. Barrage gonflable type "Rubber Tube Dam"	52
1.4.1.4. Recharge artificielle des nappes.....	52
1.4.2. Sous-secteur de l'eau potable	53
1.4.2.1. Dessalement de l'eau potable.....	53
1.4.2.2. Dessalement et déminéralisation de l'eau avec utilisation de l'énergie renouvelable	53
1.4.2.3. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement d'eau potable	54
1.5. Plan d'action et idées de projets pour le secteur de l'Eau	54
1.6. Sommaire	56
Chapitre 2. Secteur de l'Agriculture	58
2.1. Cibles préliminaires pour le transfert et la diffusion de technologies basées sur la Section I	58
2.1.1. Irrigation localisée.....	58
2.1.2. Equipement de nouveaux périmètres irrigués.....	58
2.1.3. Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion des Bonnes	59
2.1.4. Semi direct	59
2.1.5. Technologies d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV.....	62
2.2. Analyse des barrières.....	60
2.2.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée).....	60
2.2.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués	60
2.2.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en dryland.....	60
2.2.4. Semis Direct	61
2.2.5. Technologies d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV.....	63
2.3 Mesures d'incitation pour lever les barrières.....	61
2.3.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée)	61
2.3.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués	61
2.3.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en dryland.	62
2.3.4. Semis Direct	62
2.3.5. Technologies d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV	64

2.4. Cadre propice pour surmonter les barrières	63
2.4.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée)	63
2.4.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués	63
2.4.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en Dryland ..	63
2.4.4. Semis Direct	64
2.4.5. Techniques d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV	65
2.5 Plan d'action et idées de projets pour le secteur de l'Agriculture	66
2.6. Sommaire	67
Annexes.....	69
Annexe 1 : Prospectus Technologiques	70
1. Secteur de l'Eau	71
1.1. Sous-Secteur de la mobilisation et de la gestion des ressources en eau	71
1.1.1. Collecte des eaux pluviales.....	71
1.1.2. Modernisation du système d'annonce et d'alerte aux crues au niveau national.	75
1.1.3. Barrage gonflable pour la lutte contre l'envasement des retenues des barrages.....	79
1.1.4. Recharge artificielle des nappes	82
1.2. Sous-Secteur de l'Eau Potable	87
1.2.1. Dessalement de l'eau de mer pour la production de l'eau potable.	87
1.2.2. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement tout en intégrant le volet de l'impact des changements climatiques.....	91
2. Secteur de l'Agriculture et de la Forêt.....	94
2.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée)	94
2.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués	99
2.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en Dryland	104
2.4. Le Semis direct	114
Annexe 2 : Idées de projets utilisant les technologies retenues	119
Projet 1. Collecte des eaux pluviales	120
1.1. Introduction.....	120
1.2. But et objectifs	120
1.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	120
1.4. Résultats attendus du projet.....	120
1.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles	121
1.6. Calendrier	121
1.7. Budget	121
1.8. Mesure et évaluation.....	121
1.9. Complications possibles et défis	121
1.10. Responsabilités et coordination	122
Projet 2. Renforcement du système d'annonce de crues	123
2.1. Introduction.....	123
2.2. But et objectifs	123
2.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	124
2.4. Résultats attendus du projet.....	124
2.5. Portée du projet et la mise en œuvre possible :.....	124
2.6. Calendrier	124
2.7. Budget	125
2.8. Mesure et évaluation.....	125
2.9. Complications possibles et défis	125
2.10. Responsabilités et coordination	126
2.11. Références bibliographiques :.....	126

Projet 3. Barrage gonflable de la commune de Skoura	127
3.1. Introduction.....	127
3.2. But et objectifs	127
3.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	127
3.4. Résultats attendus du projet.....	127
3.5. Portée du projet et la mise en œuvre possible.....	128
3.6. Calendrier	128
3.7. Budget	128
3.8. Mesure et évaluation.....	128
3.9. Complications possibles et défis	128
3.10. Responsabilités et coordination	128
Projet 4. Recharge Artificielle de la nappe de Guelmim	129
4.1. Introduction.....	129
4.2. But et objectifs	129
4.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	130
4.4. Résultats attendus du projet.....	130
4.5. Portée du projet et la mise en œuvre possible.....	130
4.6. Calendrier	130
4.7. Budget	130
4.7. Mesure et évaluation.....	130
4.9. Complications possibles et défis	130
4.10. Responsabilités et de la coordination	130
Projet 5. Recharge artificielle de la nappe de Berrechid.....	131
5.1. Introduction.....	131
5.2. But et objectifs	131
5.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	132
5.4. Résultats attendus du projet.....	132
5.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles	132
5.6. Calendrier	132
5.7. Budget	132
5.8. Mesure et évaluation.....	132
5.9. Complications possibles et défis	132
5.10. Responsabilités et de la coordination	132
Projet 6. Renforcement de l'alimentation en eau potable de quelques villes du Maroc par le dessalement de l'eau de mer et par déminéralisation des eaux saumâtres	133
6.1. Introduction.....	133
6.2. But et objectifs	133
6.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	134
6.4. Résultats attendus du projet.....	134
6.5. Portée du projet et mise en œuvre possibles	134
6.6. Calendrier	134
6.7. Budget	135
6.8. Mesure et évaluation.....	135
6.9. Complications possibles et défis	135
6.10. Responsabilités et coordination.....	135
Projet 7. Lutte contre le développement des cyanophycées toxiques dans les ouvrages d'eau potable	136
7.1. Introduction.....	136
7.2. But et objectifs	136
7.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	136
7.4. Résultats attendus du projet.....	136
7.5. Portée du projet et mise en œuvre possibles	137
7.6. Calendrier	137

7.7. Budget	137
7.8. Mesure et évaluation.....	137
7.9. Complications possibles et défis	137
7.10. Responsabilités et coordination.....	137
Projet 8. Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI).....	138
8.1. Introduction.....	138
8.2. But et objectifs	138
8.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	139
8.4. Résultats attendus du projet.....	139
8.5. Portée du projet et mise en œuvre possible	140
8.6. Calendrier	140
8.7. Budget	140
8.8. Mesure et évaluation.....	140
8.9. Complications possibles et défis	140
8.10. Responsabilités et coordination	140
Projet 9. Programme de Résorption du Décalage entre les barrages et les aménagements hydro agricoles (PRD)...	141
9.1. Introduction.....	141
9.2. But et objectifs	142
9.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	142
9.4. Résultats attendus du projet.....	142
9.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles	143
9.6. Calendrier	143
9.7. Budget	143
9.8. Mesure et évaluation.....	143
9.9. Complications possibles et défis	143
9.10. Responsabilités et de la coordination	143
Projet 9A. Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du périmètre de Dar Akoubaa dans la province de Chefchaouen.	144
1. Type de projet	144
2. Données générales	144
3. Objectifs du projet.....	144
4. Ressources en eau	144
5. Consistance du projet	144
6. Coût du projet	145
7. Calendrier	145
8. Impacts du projet	145
9. Etat d'avancement.....	145
Projet 9B. Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du périmètre du Ksob dans la province d'Essaouira	146
1. Type de projet	146
2. Données générales	146
3. Objectifs du projet.....	146
4. Ressources en eau	146
5. Consistance du projet	147
6. Coût du projet	147
7. Calendrier	147
8. Impacts du projet	147
9. Etat d'avancement.....	147
Projet 9C : Aménagement Hydro-Agricole du périmètre du Mharjat-Arjat dans la province de Tétouan	148
1. Type de projet	148
2. Données générales	148
3. Objectifs du projet.....	148
4. Ressources en eau	148

5.Consistance du projet	149
6.Coût du projet	149
7.Calendrier	149
8.Impacts du projet	149
9.Etat d'avancement.....	149
Projet 10. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dryland	150
10.1. Introduction.....	150
10.2. But et objectifs.....	150
10.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	150
10.4. Résultats attendus du projet	151
10.5. Portée du projet et mises en œuvre possibles	151
10.6. Calendrier	151
10.7. Budget / Ressources nécessaires	153
10.8. Mesure et évaluation	154
10.9. Complications possibles et défis	154
10.10. Responsabilités et coordination.....	154
Projet 11. Un million et demi d'hectares de semis direct en agriculture pluviale à l'horizon 2020	156
11.1. Introduction.....	156
11.2. Contexte Actuel	156
11.3. Objectifs	156
11.4. Résultats attendus	157
11.5. Dimension du projet	157
11.6. Estimation des besoins en financement.....	158
11.7. Encadrement des agriculteurs et accompagnement des entreprises de service	158
11.8. Equipement et coût des entreprises de service	158
11.9. Coût de formation et d'encadrement.....	158
Projet 12 : Adaptation des petits agriculteurs au Changement Climatique en appui au Plan Maroc Vert (PACC-PMV).....	160
12.1. Contexte	160
12.2. Objectifs du projet	160
12.3. Relations aux priorités du développement durable du pays	161
12.4. Résultats attendus du projet.....	162
12.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles	163
12.6. Calendrier	164
12.7. Budget	164
12.8. Mesure et évaluation.....	164
12.9. Complications possibles et défis	164
12.10. Responsabilités et de la coordination	164
Annexe 3 : Liste des parties prenantes concernées avec leurs contacts	166
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	171

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure organisationnelle du projet EBT-C au Maroc	16
Figure 2 : Répartition spatiale des ressources en eau superficielles du Maroc	23
Figure 3 : Projections de la température moyenne	25
Figure 4 : Projections de la variation spatiale de la température	25
Figure 5 : Projections de la variation spatiale de l'Evapotranspiration	26
Figure 6 : Projections de la variation spatiale des précipitations	26
Figure 7 : Projection des ressources en eau du Maroc à l'horizon 2020	27
Figure 8 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées	35
Figure 9 : Evolution de l'indice de satisfaction en eau des cultures (blé et orge) sous l'effet des changements climatiques	38
Figure 10 : Changement relatif du rendement agricole en % (orge et blé) sous l'effet des changements climatiques	38
Figure 11 : Résultats de la hiérarchisation des technologies	43
Figure 12 : Systèmes de collecte des eaux pluviales	72
Figure 13 : Arbre à problèmes de la technologie de collecte des eaux pluviales	73
Figure 14 : Arbre à solutions des technologies de collecte des eaux pluviales	74
Figure 15 : Système d'annonce et d'alerte aux crues au niveau national	75
Figure 16 : Arbre à problèmes des systèmes d'annonce de crues	77
Figure 17 : Arbre à solutions des systèmes d'annonce de crues	78
Figure 18 : Barrages gonflables	79
Figure 19 : Arbre à problèmes des barrages gonflables	80
Figure 20 : Arbre à solutions des barrages gonflables	81
Figure 21 : Dispositifs de recharge artificielle des nappes	82
Figure 22 : Taux de surexploitation des nappes du Maroc	83
Figure 23 : Arbre à problèmes de la recharge artificielle des nappes	85
Figure 24 : Arbre à solutions de la recharge artificielle des nappes	86
Figure 25 : Principe de l'osmose inverse et exemples de membranes semi-perméables	83
Figure 26 : Stations de dessalement au Maroc	88
Figure 27 : Arbre à problèmes du dessalement	89
Figure 28 : Arbre à solutions de la technologie du dessalement	90
Figure 29 : Arbre à problèmes de la diffusion des technologies de lutte contre le développement	92
Figure 30 : Stations de dessalement au Maroc	96
Figure 31 : Technologies d'irrigation économes d'eau	95
Figure 32 : Arbre à problèmes de la technologie d'irrigation localisée	97
Figure 33 : Arbre à solutions de la technologie d'irrigation localisée	98
Figure 34 : Cartographie du marché du système d'irrigation localisée	99
Figure 35 : Périmètre irrigué	103
Figure 36 : Arbre à problèmes des technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués situés en aval des barrages existants	102
Figure 37 : Arbres à solutions des technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués situés en aval des barrages existants	103
Figure 38 : Arbre à problèmes de la faible productivité agricole dans les périmètres irrigués	106
Figure 39 : Arbre à solutions du système d'information agricole	107
Figure 40 : Cartographie du marché du système d'information agricole	108
Figure 41 : Arbre à problèmes du faible déploiement des bonnes pratiques agricoles	111
Figure 42 : Arbre à solutions des technologies d'adaptation aux stress hydrique et thermique	112
Figure 43 : Cartographie du marché des technologies d'adaptation aux stress hydrique et thermique	113
Figure 44 : Machines agricoles du semi direct	117
Figure 45 : Arbre à problèmes du faible déploiement des semoirs du Semis Direct	119
Figure 46 : Arbre à solutions du Semoir du Semis Direct	117
Figure 47 : Cartographie du marché du Semoir du Semis Direct	118
Figure 48 : Situation de la nappe de Guelmim	124
Figure 49 : Situation de la nappe de Berrechid	126
Figure 50 : Evolution des superficies équipées en système d'irrigation localisée	134
Figure 51 : Projets de reconversion des périmètres irrigués prévus par le PNEI	139
Figure 52 : Périmètres concernés par le Programme de Résorption du Décalage entre les barrages et les aménagements hydro agricoles (PRD)	141
Figure 53 : Carte de situation du périmètre de Dar Akouba	140
Figure 54 : Carte de situation du périmètre du Ksob	146
Figure 55 : Carte de situation du périmètre du Mhajrat-Ajras	148

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Réunions organisées par les Groupes de Travail dans le cadre du processus EBT-C.....	15
Tableau 2 : Réunions organisées par les Groupes de Travail dans le cadre du processus EBT-C	20
Tableau 3 : Ressources en eau renouvelables par bassin versant	23
Tableau 4 : Projection des baisses (%) des ressources en eau dans le bassin du Sous.....	22
Tableau 5 : Technologies d'adaptation sélectionnées en vue de leur hiérarchisation.....	29
Tableau 6 : Notes et poids attribués aux critères de hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées	30
Tableau 7 : Notes globales des technologies d'adaptation identifiées	31
Tableau 8 : Technologies de l'eau retenues pour la suite du processus EBT.....	36
Tableau 9 : Synthèse des impacts des changements climatiques à l'échelon national sur l'agriculture.....	37
Tableau 10 : Technologies retenues du secteur de l'Agriculture.....	41
Tableau 11 : Notes attribuées aux technologies d'adaptation du secteur de l'Agriculture	41
Tableau 12 : Classement des technologies d'adaptation du secteur agricole	42
Tableau 13 : Liste des idées à projets du secteur de l'eau	55
Tableau 14 : Liste des idées à projets du secteur de l'agriculture.....	66
Tableau 15 : Calendrier des différentes actions du projet de renforcement	125
Tableau 16 : Débit de dessalement et de déminéralisation projeté par l'ONEP	133
Tableau 17 : Calendrier des différents projets de dessalement et de déminéralisation projetés par l'ONEP	134
Tableau 18 : Coût des différents projets de dessalement et de déminéralisation projetés par l'ONEP	135
Tableau 19 : Calendrier des différentes actions du projet de renforcement du système d'annonce de crues.....	142
Tableau 20 : Projets d'équipement de grande hydraulique	143
Tableau 21 : Calendrier de réalisation du projet de développement d'un Système d'Information	152
Tableau 22 : Calendrier de réalisation du projet de diffusion des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dry land	152
Tableau 23 : Budget estimatif du projet de développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et de la Diffusion des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dry land.....	153
Tableau 24 : Evolution des superficies à traiter avec le semi-direct et des différents besoins correspondants	157
Tableau 25 : Estimation de l'évolution par année de la production des semoirs au Maroc.....	156
Tableau 26 : Estimation de l'évolution du nombre d'entreprises devant produire des semoirs du semi-direct et des coûts correspondants	158
Tableau 27 : Estimation de l'évolution du coût du personnel qualifié en semi-direct	159

Section I :
**Rapport d'Evaluation des Besoins
Technologiques en Adaptation aux
Changements Climatiques
(EBT-Adaptation)**

Chapitre 1. Introduction

Le projet d'Évaluation des Besoins en Technologies (EBT) est réalisé dans le cadre du Programme stratégique de Poznań sur le transfert des technologies. Il vise à appuyer une quarantaine de pays à mener des évaluations de leurs besoins technologiques dans le cadre de la CCNUCC.

Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUÉ) et le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) ont initié dans le cadre de la CCNUCC, un nouveau cycle d'Évaluation des Besoins en Technologies (EBT). Cette initiative a pour objectif d'aider les pays en développement à identifier et à analyser leurs besoins technologiques prioritaires en vue d'établir un Plan d'Action Technologique facilitant le transfert des technologies vertes et l'accès au savoir-faire dans la mise en œuvre de l'article 4.5 de la CCNUCC.

Les Évaluations des Besoins Technologiques sont essentielles aux Parties à la Convention pour le transfert et le développement des technologies adaptées au contexte local des pays. Elles permettent d'évaluer les besoins technologiques (en constante évolution) de nouveaux équipements, techniques, connaissances pratiques et compétences indispensables pour atténuer les émissions des gaz à effet de serre et/ou pour réduire la vulnérabilité des différents secteurs socio-économiques aux effets néfastes des changements climatiques.

La mission d'Évaluation des Besoins du Maroc en Technologies Climat (EBT-C) a pour objet l'identification des technologies prioritaires d'atténuation des émissions des GES et d'adaptation aux effets de la variabilité et du réchauffement climatique. Elle vise l'élaboration, à travers un large processus participatif des acteurs clés concernés (parties prenantes), d'un Plan d'Action Technologique en matière de Climat (PAT-C), permettant d'adopter et de diffuser des technologies susceptibles de contribuer à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation du Maroc face aux changements climatiques.

Ce document comprend :

- la synthèse de tous les résultats obtenus dans les précédentes missions du projet:
 - ✓ Mission I : Portefeuille des Technologies d'Adaptation ;
 - ✓ Mission II : Hiérarchisation des Technologies d'Adaptation
 - ✓ Mission III : Analyse des barrières au développement et à la diffusion des technologies d'adaptation.
- Le Plan d'Action Technologique (PAT) d'Adaptation proprement dit.

Chapitre 2. Arrangement institutionnel du projet EBT-C

2.1. Structure organisationnelle du projet EBT-C du Maroc

L'organisation du projet EBT-C Du Maroc est fondée sur plusieurs structures : l'Equipe EBT, le Comité National EBT, le Comité de Pilotage du projet et les Groupes de Travail sectoriels (cf. Fig. 1).

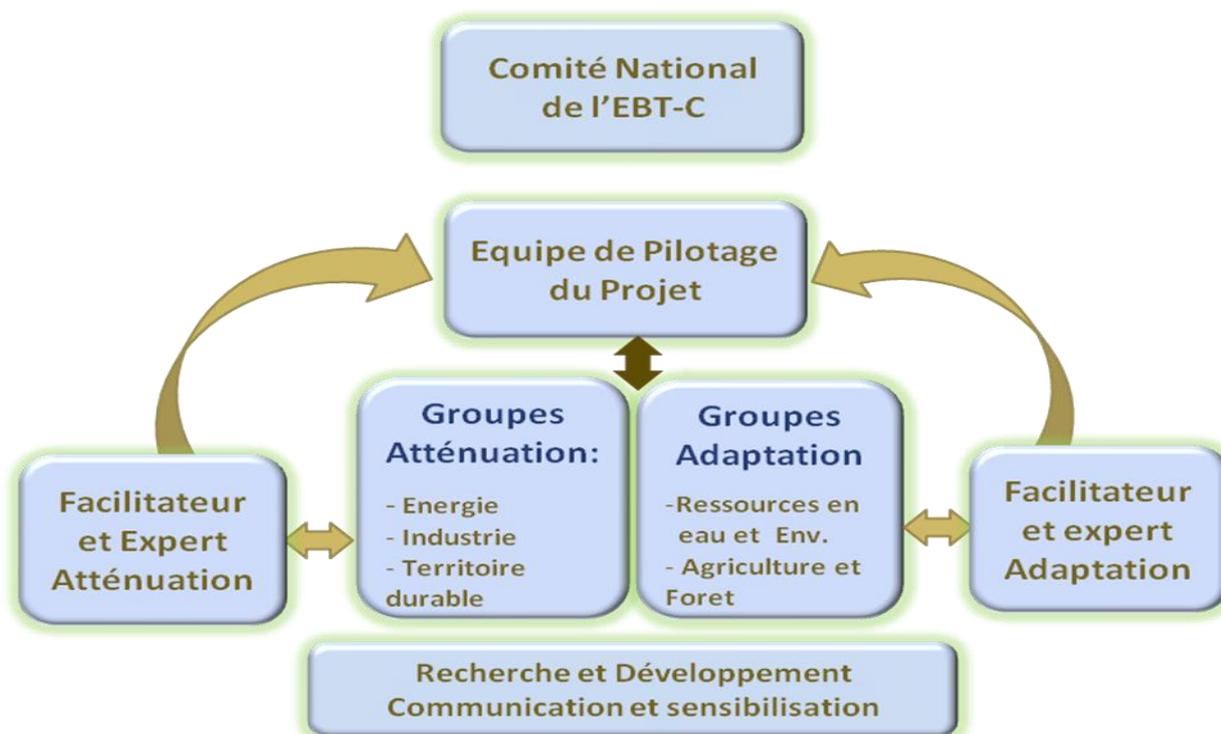


Figure 1 : Structure organisationnelle du projet EBT-C au Maroc

La Division de l'Industrie, de la Technologie et de l'Economie (DTIE) du PNUE, le Centre Risø du PNUE (au Danemark) et le Centre Régional de l'ONG ENDA basé à Dakar (Sénégal) assurent la supervision et la facilitation globales du projet EBT.

2.1.1. Equipe du projet (EQP)

L'équipe du projet est constituée par :

- deux directeurs du projet : Mme. Maya Aherdane Directrice de la DOP, et M. Mohamed Nbou : Directeur des Etudes, de la Planification et de la Prospective du Département de l'Environnement (Ministère de l'Energie et des Mines, de l'Eau et de l'Environnement) ;
- un facilitateur : Dr. M'hamed Sedrati ;
- un consultant national en atténuation : Dr. Abdelmoughit Lahbabi
- un consultant national en adaptation : Pr. Mohamed Sinan

Cette équipe a la responsabilité de la gestion, du suivi et de la réalisation du projet depuis son démarrage, jusqu'à l'élaboration du PAT et du rapport de synthèse.

2.1.2. Comité de Pilotage du Projet (CPP)

C'est le comité qui est chargé du suivi permanent du projet. Il oriente le travail de l'équipe du projet. Il est constitué par les deux directeurs du projet (Mme. Aherdane et M. Nbou).

Ce comité se réunit à chaque fois que le besoin se fait sentir et intervient pour résoudre des problèmes ou des difficultés pouvant surgir lors des différentes phases de réalisation du projet.

Le CPP est appuyé par deux experts nationaux, spécialisés respectivement en atténuation et en adaptation, et par un facilitateur.

A cours du processus EBT d'identification et de hiérarchisation des technologies d'atténuation et d'adaptation, quatre réunions du CPP ont été organisées.

2.2. Processus d'engagement des parties prenantes suivi par le projet EBT-C

2.2.1. Comité National du projet (CNP)

C'est l'organe de décision de tous les aspects du projet : secteurs prioritaires, technologies à retenir, groupes de travail, validation des rapports de l'EBT et du PAT, etc.

Il est constitué par les représentants des départements ministériels et des institutions concernées (parties prenantes) par les technologies en rapport avec l'atténuation des gaz à effet de serre et l'adaptation aux effets des changements climatiques.

Il comprend les 26 membres (tableau 1) représentant plusieurs secteurs d'activités en rapport avec le changement climatique (volets atténuation et adaptation).

Tableau 1 : Réunions organisées par les Groupes de Travail dans le cadre du processus EBT-C

Départements Ministériels (12):
✓ Energie et Mines
✓ Environnement et Eau
✓ Agriculture;
✓ Equipement et Transport
✓ Industrie
✓ Finance
✓ Intérieur (DGCL)
✓ Santé
✓ Habitat, Urbanisme et Aménagement du Territoire
✓ Pêche
✓ Tourisme
✓ Education Nationale et Recherche Scientifique
Etablissements publics (10)
✓ ADA
✓ ADEREE
✓ DMN
✓ FEC
✓ HCEFLD
✓ HCP
✓ MASEN

✓ OCP
✓ ONE
✓ ONEP
Secteur Privé (2)
✓ CGEM
✓ GPBM
Recherche (2)
✓ CNRST
✓ INRA

2.2.1.2. Différentes réunions du CNP

Réunion du 15 décembre 2010

Cette première réunion du CNP a été présidée par M. le Secrétaire Général du Département de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE). Elle a été consacrée à l'information des représentants des départements concernés sur l'objectif du projet EBT-C, la méthodologie proposée, à recueillir leurs avis et recommandations pertinentes, à la mobilisation et la participation des acteurs concernés aux travaux des groupes, et à l'identification des technologies appropriées et des projets pertinents.

Cette première session du CNP a permis également de valider :

- les propositions des experts sur les secteurs prioritaires ;
- la liste et la composition des Groupes d'identification des technologies.

Ainsi après les présentations des experts et des débats, les décisions et accords suivants ont été adoptés :

- Secteurs prioritaires
Cinq secteurs ont été ainsi retenus : Energie, Industrie, Eau, Agriculture et Territoire durable ;
Ces secteurs correspondent aux domaines prioritaires définis par le Maroc pour accompagner son développement économique et social et ont fait l'objet de stratégies nationales ;
- Composition des groupes sectoriels qui vont débattre et sélectionner les technologies prioritaires relatifs à leurs secteurs respectifs ;
Le CNP a recommandé de mettre en place deux groupes de travail complémentaires, relatifs aux thèmes transversaux suivants i) Recherche et Développement en matière des technologies d'atténuation et d'adaptation, et ii) Education, sensibilisation et communication sur le PAT et les Changements Climatiques;
- la nomination des points focaux qui prendront en charge l'organisation et la coordination des travaux des groupes sectoriels;
- l'adoption du planning de travail proposé par les experts.

Réunion du 10 novembre 2011

Cette réunion a été présidée par M. le Secrétaire Général du Département de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE). Elle avait pour objectifs :

- la présentation des résultats des groupes de travail, notamment la liste des technologies d'atténuation et d'adaptation retenues ;
- les principales barrières s'opposant à la diffusion des technologies retenues ;
- les mesures d'incitation pour le dépassement des barrières identifiées ;

- les cadres propices à la mise en œuvre des technologies retenues.

2.2.2. Groupes de travail du projet (GTP)

2.2.2.1. Groupes de travail mis en place

L'identification des technologies les plus recommandées pour les secteurs prioritaires, ainsi que les mesures d'accompagnement nécessaires à la réussite du projet EBT-C, ont nécessité la mise en place des Groupes de Travail (GT) suivants :

Groupes d'Atténuation

- Energie ;
- Industrie ;
- Territoire durable.

Groupes d'Adaptation:

- Eau ;
- Agriculture et Forêt.

Groupes transversaux :

- Recherche et développement ;
- Education, Sensibilisation et Communication.

Ces GTs sont constitués par des cadres représentant les parties prenantes en charge des secteurs prioritaires et appartenant aux secteurs public, semi-public et privé et parfois aussi à des ONGs, Fédérations Professionnelles, etc.

Le GT sur la recherche & développement est constitué par des professeurs et chercheurs appartenant aux institutions universitaires et écoles d'ingénieurs nationales.

Le nombre de participants a varié, selon le GT et selon la réunion, entre 4 à 5 personnes et une quinzaine de personnes.

Chaque GT a été dirigé par un coordonnateur, choisi par consensus par les membres le constituant. Pour chaque réunion, le coordonnateur était chargé d'arrêter la date et l'ordre du jour, de diriger les travaux, d'établir le compte-rendu et de le transmettre à l'équipe du projet EBT-C. Chaque coordonnateur constitue l'intermédiaire entre son GT et l'équipe du projet EBT-C.

Les experts et le facilitateur du projet EBT ont participé aux travaux de tous les groupes sectoriels.

2.2.2.2. Processus de concertation

Le processus de concertation avec les parties prenantes en vue d'évaluer les besoins en technologies, d'identifier et de hiérarchiser ces technologies s'est déroulé dans la période comprise entre janvier 2011 et janvier 2012. Ce processus a été largement participatif avec l'organisation de 68 réunions (tableau 2) avec les parties prenantes et d'interviews des décideurs des départements en charge des secteurs visés.

Les réunions tenues ont porté principalement sur :

- l'analyse des besoins et l'identification des technologies en adéquation avec les priorités nationales sectorielles ;
- le portage institutionnel des technologies ;
- les partenariats requis ;
- les contraintes de mise en œuvre ;
- les financements nécessaires ;

- les mesures d'accompagnement requises pour assurer le succès de la mise en œuvre et le déploiement des technologies identifiées.

Les consultants nationaux du projet ont accompagné et encadré l'intégralité du processus de concertation depuis la première réunion de chaque GT jusqu'à la finalisation des listes des technologies retenues, leur hiérarchisation, l'inventaire des barrières au déploiement, les mesures d'incitation et les cadres propices à leur dépassement.

Tableau 2 : Réunions organisées par les Groupes de Travail dans le cadre du processus EBT-C

Secteur	Entités	Nombre de réunions tenues
Comité National EBT	Comité interministériel avec la participation d'une vingtaine de départements	2
Points Focaux	Points focaux des Groupes de travail	3
Bailleurs de Fonds	Banque Mondiale	1
Energie	Mme La Ministre du MEMEE	1
	M. le Secrétaire Général du MEMEE	3
	Mme la Directrice de la DOP	16
	Groupe Energie: MEMEE-ADEREE-ONE-MASEN-CNRST-AMISOLE-MHUAE-Faculté des Sciences de Tétouan	9
Environnement	DEPP et DPCC	5
Industrie	SIE	1
	Groupe Industrie: MICNT-Fédérations	1
	CGEM	2
	APC	2
	Managem	2
Eau	ONEP	3
	SEEE	2
Agriculture	Groupe : MHUAE-ADEREE-Faculté des Sciences de Tétouan	2
	Groupe Agriculture : INRA-IAV-ADA, DIAEA	5
Territoire Durable	Promotion Immobilière MHUAE	2
R&D	Groupe : Représentants d'une dizaine de Facultés et Ecoles d'ingénieurs	7
Total des réunions		68

2.3. Justification du choix des secteurs prioritaires et des groupes

2.3.1. Priorités nationales et documents de référence

Le choix des secteurs prioritaires a été effectué en tenant compte des stratégies et des programmes prioritaires adoptés par le Gouvernement du Maroc pour assurer un développement socio-économique durable du pays. Les documents de référence suivants ont été particulièrement pris en compte pour le choix des secteurs prioritaires :

- ✓ Première et deuxième communications nationales du Royaume au CCNUCC ;
- ✓ Plan National de lutte contre les changements climatiques (PNLCCC);
- ✓ Stratégie Nationale de Protection de l'Environnement (SNPE);
- ✓ Plan d'Action National pour l'Environnement (PANE);
- ✓ Plan Maroc Vert (PMV);
- ✓ Charte Nationale de l'Environnement ;
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau et des Plans d'Action à Court, Moyen et Long Termes pour le Développement du Secteur de l'Eau du Maroc ;
- ✓ Documents du Débat National sur l'Eau ;
- ✓ Programme National des Déchets Ménagers et Assimilés;
- ✓ Rapport sur la régionalisation avancée ;
- ✓ Rapport 50 ans de Développement Humain au Maroc.

La revue bibliographique pour l'identification des secteurs et des technologies prioritaires d'adaptation aux CC a été complétée par l'analyse des documents et des outils de référence du projet à savoir :

- ✓ Guide pour l'évaluation des besoins technologiques pour le changement climatique (PNUD, 2010) ;
- ✓ Bonnes pratiques pour l'évaluation des besoins technologiques (rapport de l'atelier de la CCNUCC, 2007) ;
- ✓ Technologies for Climate Change Adaptation-Coastal Erosion and Flooding (UNEP 2010);
- ✓ Base de Données des Technologies d'atténuation des gaz à effet de serre (Climate Tech Wiki 1) ;
- ✓ Logiciel d'analyse financière des technologies (présenté à l'atelier de Dakar, 21-23 septembre, 2010) ;
- ✓ Logiciel d'analyse multicritères DEFINITE (présenté à l'atelier de Dakar, 21-23 septembre, 2010) ;
- ✓ Guide d'orientation du processus : surmonter les obstacles au transfert et à la diffusion des technologies respectueuses du climat (Décembre 2010).

2.3.2. Secteurs prioritaires pour les technologies d'adaptation

Les secteurs les plus vulnérables aux changements climatiques, nécessitant des mesures d'adaptation en Communications Nationales du Maroc.

Ces secteurs ont également une grande contribution au développement socio-économique du pays et ont un impact direct sur l'environnement et le cadre de vie des populations. Ils sont rappelés ci-dessous:

- ✓ Ressources en eau : rareté et irrégularité spatiale et temporelle, vulnérabilité naturelle marquée par les extrêmes climatiques et accentuée par les pertes d'eau et la pollution ;
- ✓ Agriculture : secteur irrigué caractérisé par une prédominance des techniques d'irrigation gravitaire à faible efficacité et vulnérable à la sécheresse et aux changements climatiques;
- ✓ Forêt : forte pression anthropique, vulnérabilité aux aléas climatiques;

- ✓ Littoral et Pêche : littoral sollicité par l'activité anthropique et exposé à l'élévation accélérée du niveau de la mer, secteur de la pêche pouvant être affecté par les impacts des aléas climatiques;
- ✓ Tourisme : des agglomérations touristiques vulnérables à l'élévation du niveau de la mer, notamment celles de Tanger, Saïdia et Ras El Ma;
- ✓ Santé : risque de réactivation des foyers de maladies: paludisme, bilharziose, typhoïde et choléra.

Le CNP du projet a choisi deux secteurs prioritaires pour le volet adaptation : ce sont les secteurs de l'Eau et de l'Agriculture. Ces secteurs jouent un rôle capital pour le développement socio-économique du pays et sont particulièrement vulnérables aux effets négatifs des changements climatiques, notamment par :

- l'augmentation de la température et de l'évaporation moyennes ;
- l'augmentation de la fréquence des années de sécheresse ;
- la baisse des précipitations, notamment depuis le début de la décennie 80 du siècle dernier, soit depuis plus d'une trentaine d'années ;
- l'augmentation de la fréquence de l'intensité des inondations.

Chapitre 3. Définition d'un ordre de priorité du secteur de l'Eau

3.1. Potentiel des ressources en eau du Maroc

Les ressources en eau du Maroc sont caractérisées par :

- une rareté et une irrégularité spatiale et temporelle ;
- une vulnérabilité naturelle marquée par des extrêmes climatiques (très fortes chaleurs, inondations dévastatrices...), accentuées par les pertes d'eau (très forte évaporation dépassant les 80 % des hauteurs des précipitations, les pertes en mer, etc.);
- une vulnérabilité à la pollution par l'accroissement des volumes des rejets d'eaux usées brutes (domestiques et industrielles) dans le milieu naturel.

Les ressources en eau superficielles sur l'ensemble du territoire national sont évaluées en année moyenne à 18 milliards de m³, variant selon les années entre 5 et 50 Milliards de m³ (Tabl. 3 et Fig. 2). 51 % de ces ressources sont produites au niveau de quatre bassins hydrauliques (Loukkos, Tangérois, Côtiers méditerranéens et le Sebou), qui couvrent seulement 7.1 % de la superficie totale du pays.

Le capital d'eau actuel s'élève à environ 740 m³ par personne et par an. L'analyse de l'évolution des apports d'eau naturels depuis 1950 fait apparaître une réduction de près de 20% au cours des trente dernières années.

L'eau souterraine représente environ 20 % du potentiel des ressources en eau du Maroc et constitue une ressource en eau stratégique. La quasi-totalité des nappes du pays montre une baisse continue atteignant des valeurs alarmantes, dépassant parfois 2 mètres par an. Cette baisse, due aux effets conjugués de la sécheresse et de la surexploitation, s'est traduite, entre autres, par une importante diminution des écoulements de base des cours d'eau, des lacs, tarissement des émergences et des ouvrages traditionnels de captage d'eau, augmentation des hauteurs de pompage, baisse de pression dans les aquifères captifs, intrusion marine, détérioration de la qualité chimique de l'eau etc.

Tableau 3 : Ressources en eau renouvelables par bassin versant

Bassin	Ressources en eau renouvelables (Millions de m ³ /an)		Nombre d'habitants (2004)	Potentiel en eau (m ³ /personne/an)
	Eaux de surface	Eaux souterraines		
Loukkos, Tangérois et Côtiers Méditerranéens	3600	190	2 800 000	1355
Moulouya, Figuig, Kert, Isly et Kiss	1600	510	2 400 000	880
Sebou	5560	1300	6 235 900	1100
Bou Regreg et Chaouia	850	120	6 860 000	140
Oum Er Rbia et El Jadida-Safi	3450	400	4 500 000	860
Tensift et Ksob-Igouzouden	870	520	2 723 100	510
Souss-Massa et Tiznit-Ifni	625	370	2 195 800	450
Guir, Ziz, Rhéris, Draa	1395	670	1 760 000	1170
Sahara	50	16	416 900	160
TOTAL	18000	4100	29 891 700	740

Source : Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement

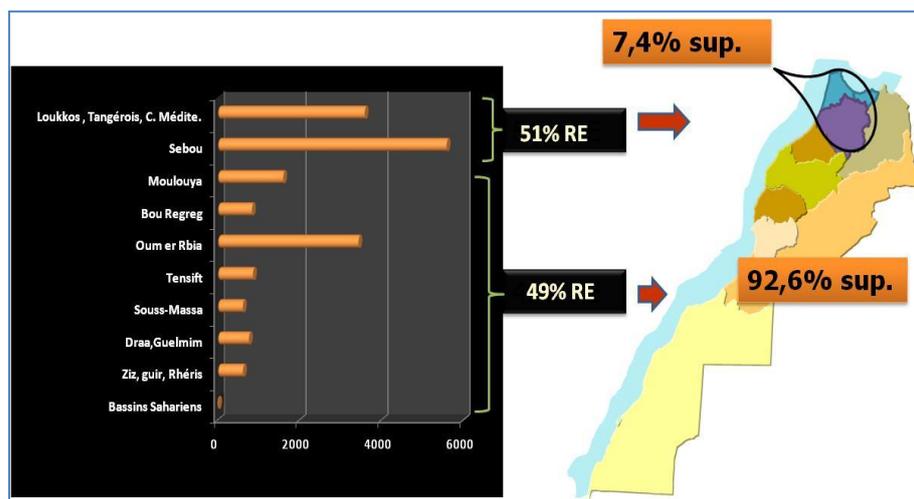


Figure 2 : Répartition spatiale des ressources en eau superficielles du Maroc

En plus de ces variabilités (spatiale et temporelle), le secteur de l'eau est soumis aux contraintes suivantes :

- importantes pertes d'eau dans l'agriculture et les réseaux de distribution d'eau potable et industrielle : l'efficacité de l'application de l'eau à la parcelle de l'ordre de 50% est insuffisante par rapport aux possibilités offertes par les techniques d'irrigation localisée. Les réseaux de distribution d'eau potable et industrielle sont à l'origine de la perte d'importants volumes d'eau. La majorité des centres urbains ont un rendement de leur réseau inférieur à 70% ;
- surexploitation des ressources en eau souterraine : l'eau souterraine représente un peu plus de 13% des ressources en eau renouvelables du Maroc. Le suivi de l'évolution des niveaux d'eau de la quasi-totalité des nappes du pays montre une baisse continue atteignant des valeurs alarmantes, dépassant parfois 2 mètres par an ;
- pollution des ressources en eau : en zones urbaines, pas moins de 600 Mm³ d'eaux usées sont produites annuellement, dont uniquement 8% sont épurées dans 80 stations d'épuration (moins de la moitié de ces stations fonctionnent correctement) ;
- perte de capacité des barrages par envasement : la capacité totale perdue par envasement jusqu'à maintenant est évaluée à près de 1 200 Mm³, soit près de 7% de la capacité de stockage des barrages existants.

Malgré un contexte difficile caractérisé par une sécheresse de plus en plus fréquente, une valorisation insuffisante et une vulnérabilité aux changements climatiques des ressources en eau, ainsi que la détérioration de leur qualité, le Maroc arrive à satisfaire ses besoins en eau et à soutenir son développement socio-économique grâce à une bonne planification et gestion de ses ressources en eau.

3.2. Vulnérabilité des ressources en eau au changement climatique

Les différentes projections climatiques, effectuées dans le cadre de la Seconde Communication Nationale (SCN) du Maroc, montrent une nette augmentation de la température et de l'évaporation et une baisse des précipitations aux différents horizons (2020, 2050 et 2080) (Fig. 3, 4, 5 et 6).

Ces changements climatiques en termes pluviométriques (inputs) et de pertes par évapotranspiration sous l'effet de l'augmentation des températures se traduiraient par une baisse des apports annuels d'eau aux différents horizons. Le tableau 4 ci-dessous indique les résultats des projections des ressources en eau du bassin du Souss (situé dans la partie centrale du Maroc). Les baisses des écoulements superficiels varieraient, selon le scénario considéré, entre 5 % et 34 % respectivement pour les années 2020 et 2080.

Tableau 4 : Projection des baisses (%) des ressources en eau dans le bassin du Souss

Scénario SRES	$\Delta Q/Q$ % 2020	$\Delta Q/Q$ % 2050	$\Delta Q/Q$ % 2080
A2	-5	-18.82	-34.22
B2	-9.79	-13.27	-21.51

Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

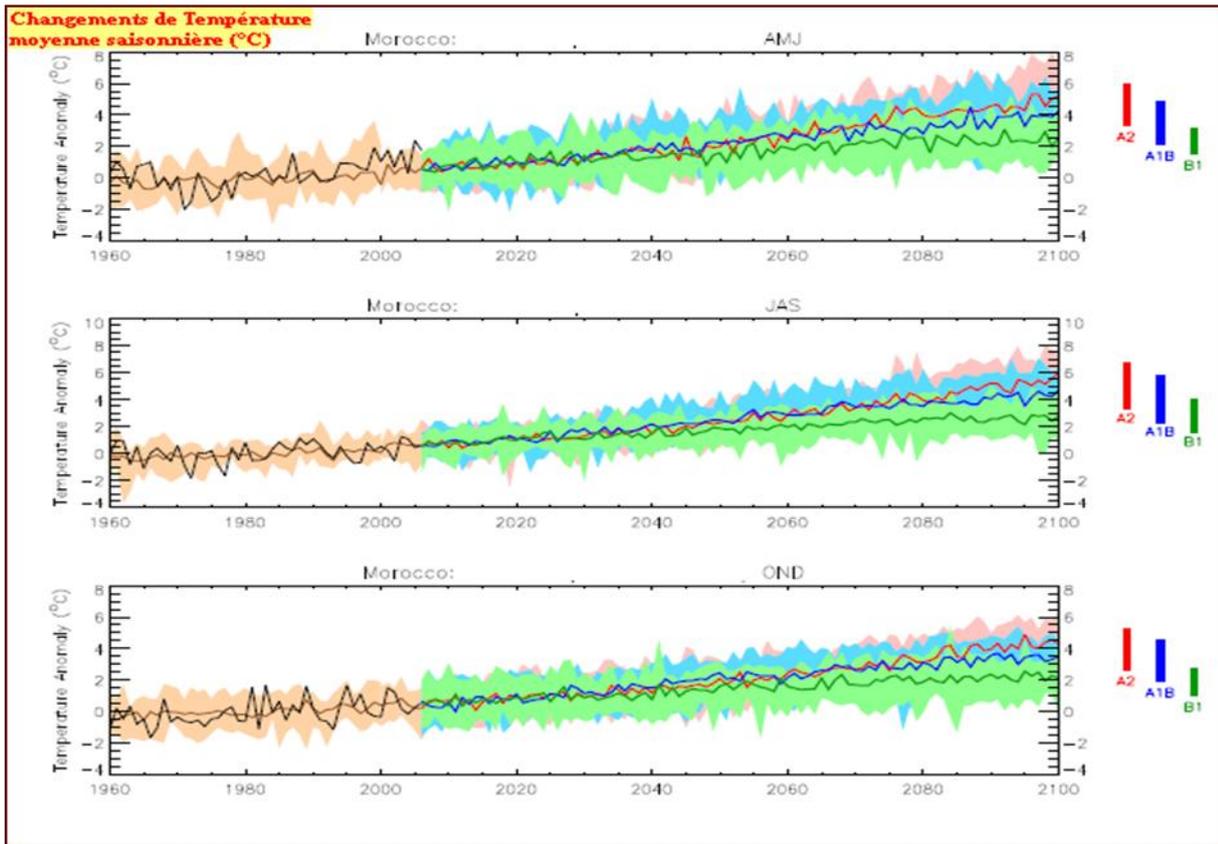
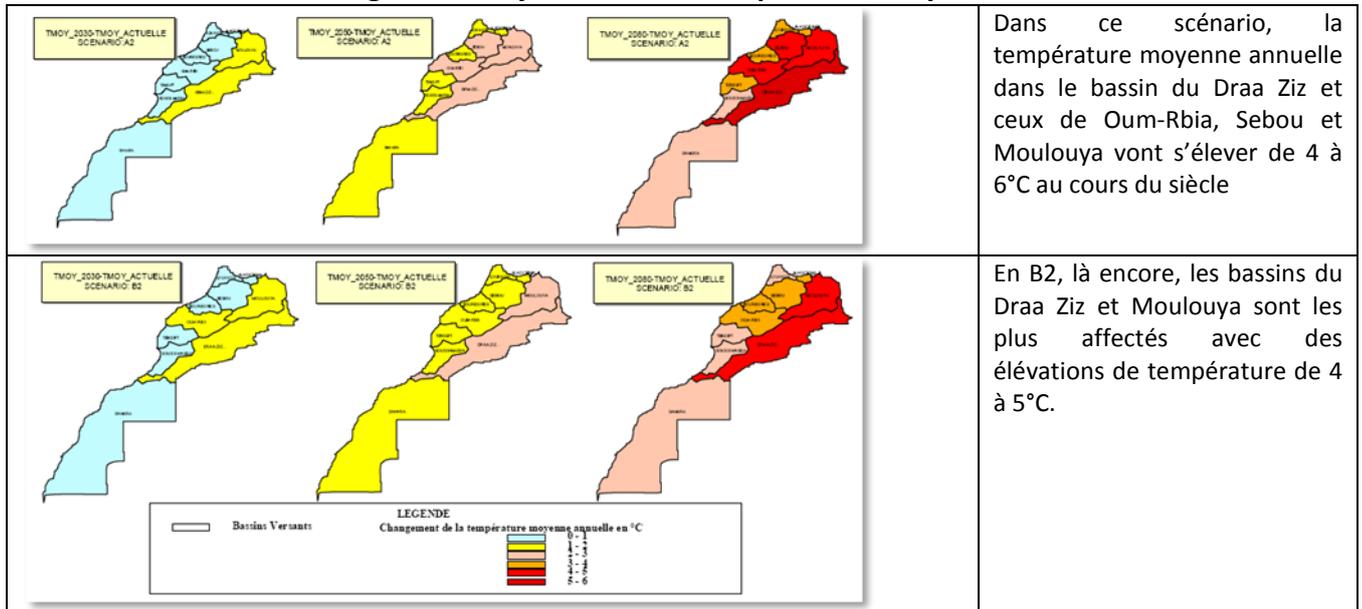
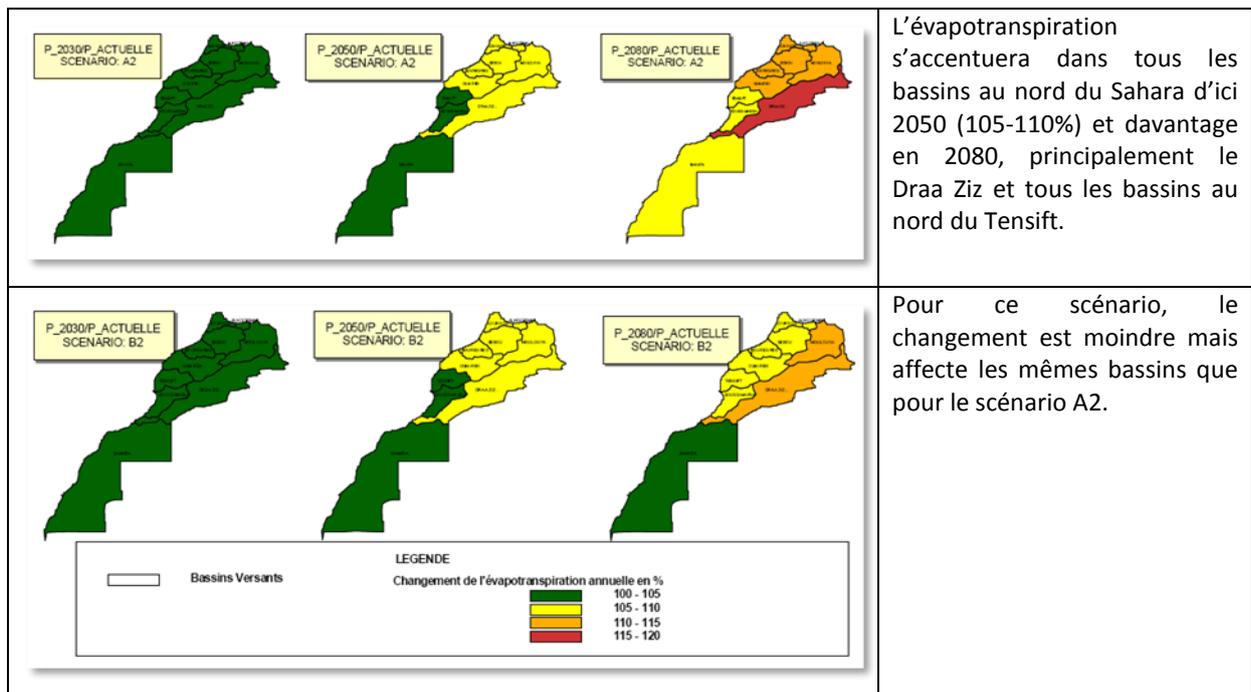


Figure 3 : Projections de la température moyenne



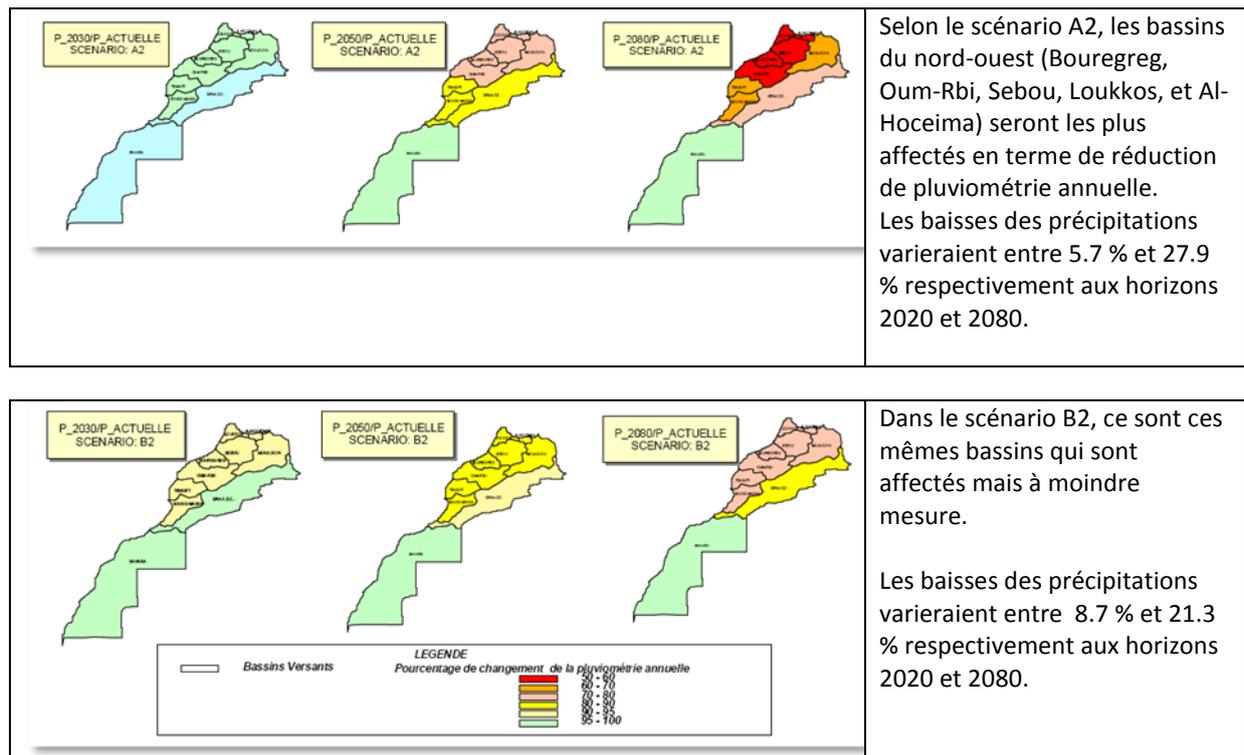
Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

Figure 4 : Projections de la variation spatiale de la température



Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

Figure 5 : Projections de la variation spatiale de l'Evapotranspiration



Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

Figure 6 : Projections de la variation spatiale des précipitations

La figure 7 ci-dessous montre l'évolution des volumes d'eau mobilisés et mobilisables à l'horizon 2020. Elle indique qu'à cet horizon, l'offre rejoint la demande, entraînant par la suite une situation de pénurie d'eau.

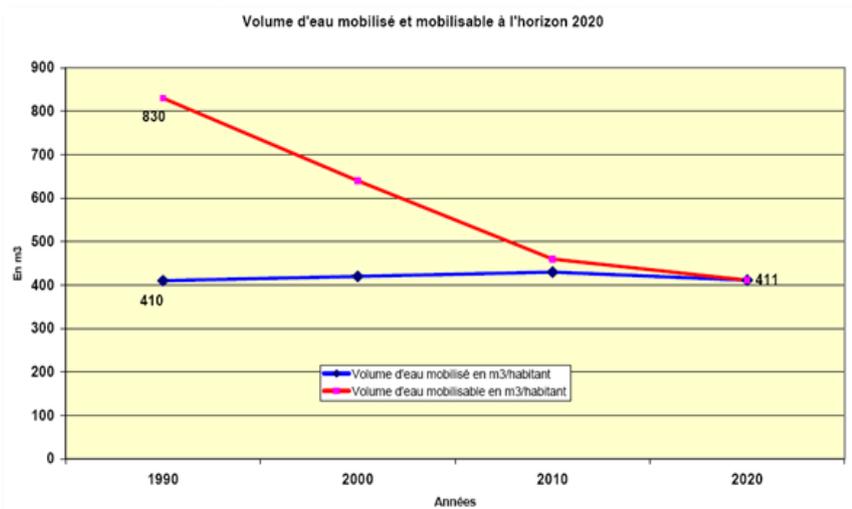


Figure 7 : Projection des ressources en eau du Maroc à l'horizon 2020

Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

3.3. Stratégie de l'eau

Pour la satisfaction de ses besoins futurs en eau à court, moyen et long terme (2030), le Maroc a mis en place une nouvelle stratégie de développement de ses ressources en eau, basée sur les six grands axes ci-dessous:

a. Gestion de la demande et de la valorisation de l'eau

- L'Économie de l'Eau en Irrigation (2.4 Milliards de m³/an) moyennant :
 - ✓ la reconversion à l'irrigation localisée ;
 - ✓ l'amélioration des rendements des réseaux d'adductions ;
 - ✓ la sensibilisation et l'encadrement des agriculteurs pour l'utilisation des techniques économes d'eau ;
- L'économie d'eau potable, industrielle et touristique (120 Millions de m³/an) :
 - ✓ l'amélioration des rendements des réseaux ;
 - ✓ la normalisation et l'incitation au recours aux technologies appropriées d'économie d'eau ;
 - ✓ l'incitation au recyclage de l'eau ;

b. Gestion et développement de l'offre

- La réalisation d'une cinquantaine de grands barrages d'ici l'année 2030 (1,7 Milliards de m³) et de 1000 petits barrages ;
- le transfert Nord-Sud pour le soutien du développement socioéconomique des bassins de Bouregreg, Oum Er Rbia et du Tensift : première phase ; 400 Mm³/an à partir du bassin du Sebou et deuxième phase 400 Mm³/an à partir du bassin du Loukkos-Laou ;
- la poursuite de la recherche et de la mobilisation des eaux souterraines, notamment les eaux profondes ;
- la réalisation des projets de captage des eaux de pluie ;
- le dessalement de l'eau de mer et la déminéralisation des eaux saumâtres : 400 Mm³/an ;
- la réutilisation des eaux usées épurées : 300 Mm³/an ;

C. Préservation et protection des ressources en eau, du milieu naturel et des zones fragiles

- la protection de la qualité des ressources en eau et la lutte contre la pollution :
 - ✓ l'accélération du rythme de mise en œuvre des programmes nationaux d'assainissement et d'épuration des eaux usées, de prévention et de lutte contre la pollution et du plan national de gestion des déchets ménagers et assimilés ;
 - ✓ l'assainissement rural ;
- la protection des nappes et reconstitution des stocks stratégiques ;
- la sauvegarde et la délimitation du domaine public hydraulique ;
- la sauvegarde des bassins versants ;
- la sauvegarde des zones humides et des lacs naturels ;
- la sensibilisation à la préservation et à l'usage rationnel de l'eau.

d. Réduction de la vulnérabilité aux risques naturels liés aux inondations et aux sécheresses

- la prévision hydrométéorologique :
 - ✓ l'amélioration de la connaissance dans le domaine de la prévision hydrométéorologique ;
 - ✓ la mise en place des systèmes automatiques de prévisions, d'annonce et d'alertes des crues au niveau des grands bassins et des sites vulnérables aux inondations ;
- la réalisation des travaux de protection contre les inondations ;
 - ✓ le parachèvement des actions retenues dans le Plan National de protection contre les inondations :
 - objectif de 20 sites protégés par an ;
 - ✓ le développement des mécanismes financiers (assurance et fonds de catastrophes naturelles) ;
- la lutte contre les effets de la sécheresse : plans de gestion de sécheresse par bassin hydraulique ;

e. Poursuite des réformes réglementaires et institutionnelles

- ✓ l'adaptation de la loi 10/95 et la promulgation des textes d'application restants ;
- ✓ l'élaboration d'études juridiques, réglementaires, institutionnelles, tarifaires, police de l'eau;

f. Modernisation des systèmes d'information et renforcement des moyens et des compétences

- ✓ Réseaux de mesures, recherche et développement, modernisation de l'Administration ;

La nouvelle stratégie du secteur de l'eau permettra le soutien du développement du Maroc dans la durée, en satisfaisant les besoins de la croissance économique, accompagnant des grands chantiers engagés et en se protégeant face aux effets imprévisibles du réchauffement climatique.

En sus des investissements concernant l'eau et déjà prévus dans d'autres plans, la nouvelle stratégie de l'eau va requérir un investissement additionnel de 81 milliards de Dirhams étalée sur la période 2009-2030.

3.4. Critères et processus de hiérarchisation des technologies

Le processus de hiérarchisation des technologies identifiées a été mené totalement avec les représentants des parties prenantes (des secteurs prioritaires retenus par le CNP) lors des nombreuses réunions des travaux de groupes et des rencontres et discussions menées avec les coordonnateurs des groupes de travail (GTs).

Des critères de sélection et de hiérarchisation ont été proposés par les consultants nationaux du projet EBT-C et discutés et validés après avec les représentants des parties prenantes des secteurs prioritaires (eau et agriculture).

3.4.1. Sélection primaire

La sélection initiale (primaire) a été menée sur la base des cinq critères ci-dessous, classés par ordre d'importance décroissant. :

1. Priorité nationale ;
2. Portage institutionnel ;
3. Degré d'adaptation aux conséquences des changements climatiques ;
4. Contraintes de mise en œuvre ;
5. Additionalité (difficulté de financement sans PAT).

Les deux critères les plus importants retenus sont ceux de la priorité nationale (conformité aux objectifs des stratégies nationales adoptées) et de la garantie d'un portage institutionnel des technologies proposées. En effet, les technologies ne répondant pas à ces deux critères ont été éliminées de la suite du processus de hiérarchisation.

Le troisième critère concerne le degré d'atténuation de la vulnérabilité des secteurs prioritaires au changement climatique après utilisation de la technologie : plus la vulnérabilité du secteur est atténuée, plus le classement de la technologie est favorisé.

Le quatrième critère concerne les contraintes de mise en œuvre, il permet de favoriser les technologies ne présentant pas beaucoup d'obstacles à leur déploiement et à leur diffusion.

Le cinquième critère concerne la disponibilité de financements en dehors du PAT. Les technologies non financées actuellement ou dont le financement n'est pas prévu (en dehors du PAT) ont été privilégiées dans le processus de hiérarchisation.

Le tableau 5 ci-dessous contient les technologies retenues sur la base des cinq critères ci-dessus en vue de leur hiérarchisation et classement finaux.

Tableau 5 : Technologies d'adaptation sélectionnées en vue de leur hiérarchisation
Secteur des Ressources en Eau

TECHNOLOGIE/PROJET	TYPE	INSTITUTION PORTEUSE
1. Collecte des eaux pluviales au niveau national avec des techniques traditionnelle et des nouvelles technologies.	Pilote & Diffusion	SEEE
2. Modernisation du système d'annonce et d'alerte aux crues au niveau national.	Pilote	ABHs
3. Barrage gonflable du type "Rubber Tube Dam" pour la lutte contre l'envasement des retenues des barrages.	Pilote	SEEE - DAH
4. Recharge artificielle des nappes à partir des dispositifs de surface (bassins, seuils, fosses, tranchées...) ou souterrains (puits, forages ...).	Pilote	SEEE/ ABH
5. Elaboration d'une plateforme de modélisation hydrologique pour la prévision et la gestion des crues dans les zones d'action des Agences de Bassins Hydrauliques du Bouregreg , Loukkos et Tensift.	Pilote	ABH de Bouregreg, Loukkos et Tensift
6. Déminéralisation et Valorisation des eaux saumâtres pour la satisfaction des besoins en eau agricoles et industriel.	Pilote & Diffusion	SEEE (DRPE/ABH)

Secteur de l'Eau potable

TECHNOLOGIE/PROJET	TYPE	INSTITUTION PORTEUSE
1. Dessalement de l'eau de mer pour la production de l'eau potable.	Diffusion	ONEP
2. Production de l'eau potable par condensation de la vapeur d'eau couplée à un système éolien.	R&D et Pilote	ONEP
3. Pompage de l'eau par utilisation de l'énergie Solaire/Eolienne pour l'AEP des zones rurales enclavées.	Pilote & Diffusion	ONEP
4. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement tout en intégrant le volet de l'impact des changements climatiques sur la prolifération des Cyanobactéries dans les retenues des barrages.	R&D	ONEP

3.4.2. Sélection secondaire

Les critères de sélection utilisés ont été classés par ordre de priorité (ou d'importance) avec les représentants des parties prenantes et de façon consensuelle. Le tableau 6 ci-dessous contient les notes et les poids attribués à chacun des cinq critères retenus.

Tableau 6 : Notes et poids attribués aux critères de hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées

Critère	Coefficient de pondération	Echelle de notation
Priorité nationale	5	Faible : 1 - Forte 10
Portage institutionnel	5	Faible : 1- Fort 10
Capacité de réduction des émissions des GES	4	Faible : 1 - Forte 10
Contraintes de mise en œuvre	3	Faibles 10 - Fortes : 1-
Additionalité (difficulté de financement sans PAT)	2	Faible : 10 - Forte 1

3.5. Résultats de hiérarchisation des technologies

3.5.1. Résultats de la hiérarchisation

Les notes attribuées par les représentants des parties prenantes à chacune des technologies retenues lors de la sélection initiale sont synthétisées (par secteur) dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7 : Notes globales des technologies d'adaptation identifiées
a. Secteur des Ressources en Eau

		Critère				
		Priorités nationale	Portage institutionnel	Potentiel d'Adaptation aux CC	Contraintes de mises en œuvre	Additionalité PAT
Critère						Disponibilité du financement
Technologie	Coef. Pondération	5	5	4	3	2
Collecte des eaux pluviales		10	10	10	10	8
Déminéralisation de eaux saumâtres		8	8	5	4	8
Barrages gonflables		9	10	10	8	10
Systèmes d'annonce et d'alerte aux crues		10	10	10	9	8
Recharge artificielle des nappes		10	10	9	8	7
Modélisation hydrologique		8	9	8	8	7

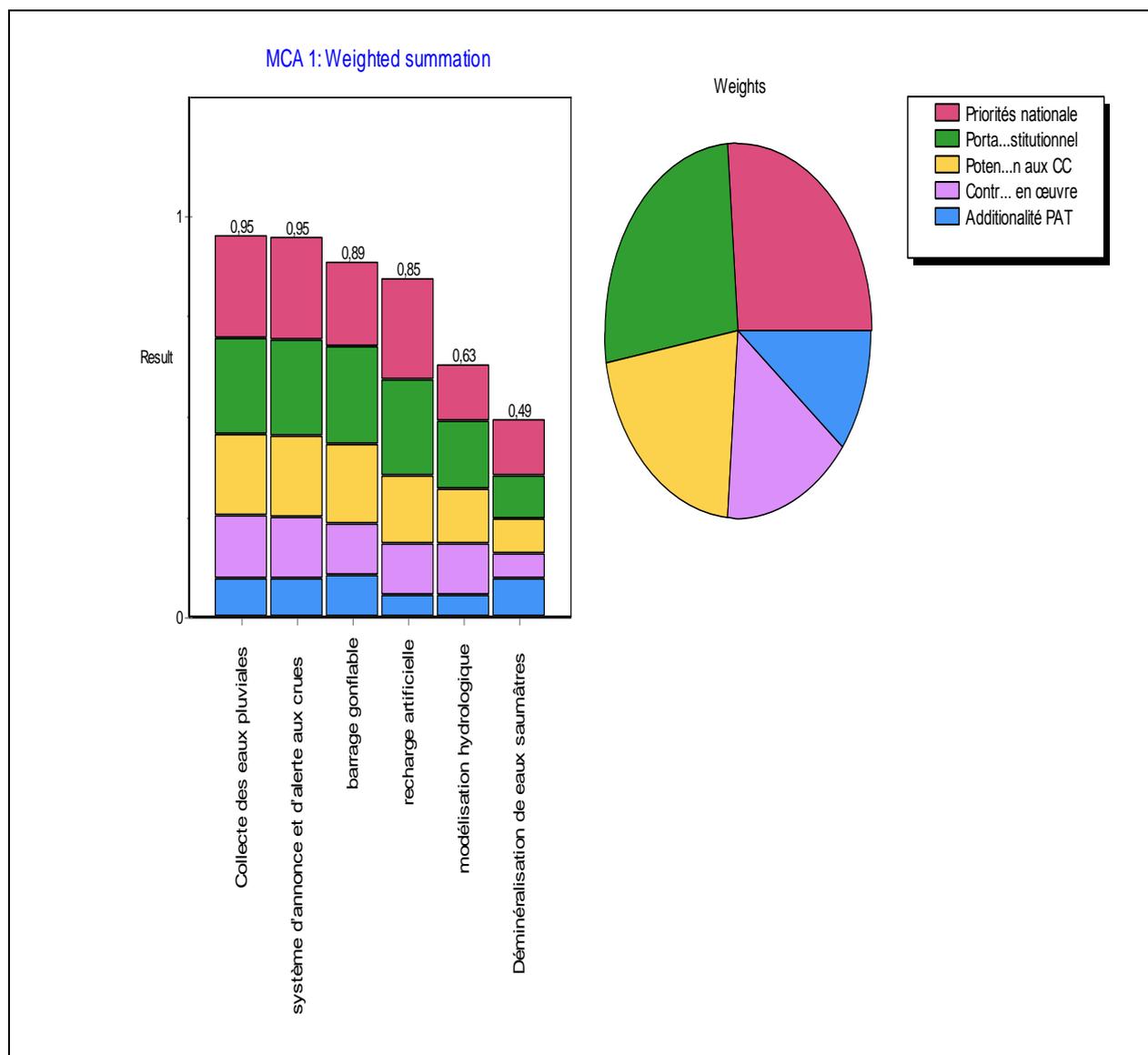
b. Secteur de l'Eau Potable

		Critère				
		Priorités nationale	Portage institutionnel	Potentiel d'Adaptation aux	Contraintes de mises en œuvre	Additionalité PAT
Critère						Disponibilité du financement
Technologie	Coef. Pondération	5	5	4	3	2
Dessalement et Déminéralisation		10	10	10	10	5
Dessalement avec utilisation de l'énergie éolienne		10	10	10	7	8
Pompage d'eau par utilisation de l'énergie solaire/éolienne		9	10	10	10	5
Lutte contre le développement des cyanophycées dans les retenues des barrages destinés à l'eau potable		8	10	10	7	5

3.5.2. Analyse multicritères des technologies d'adaptation

Cette analyse a été faite par utilisation du logiciel Definite 2.0 (Decisions on a Finite set of alternatives), développé par l'Institute for Environment Studies de l'Université d'Amsterdam.

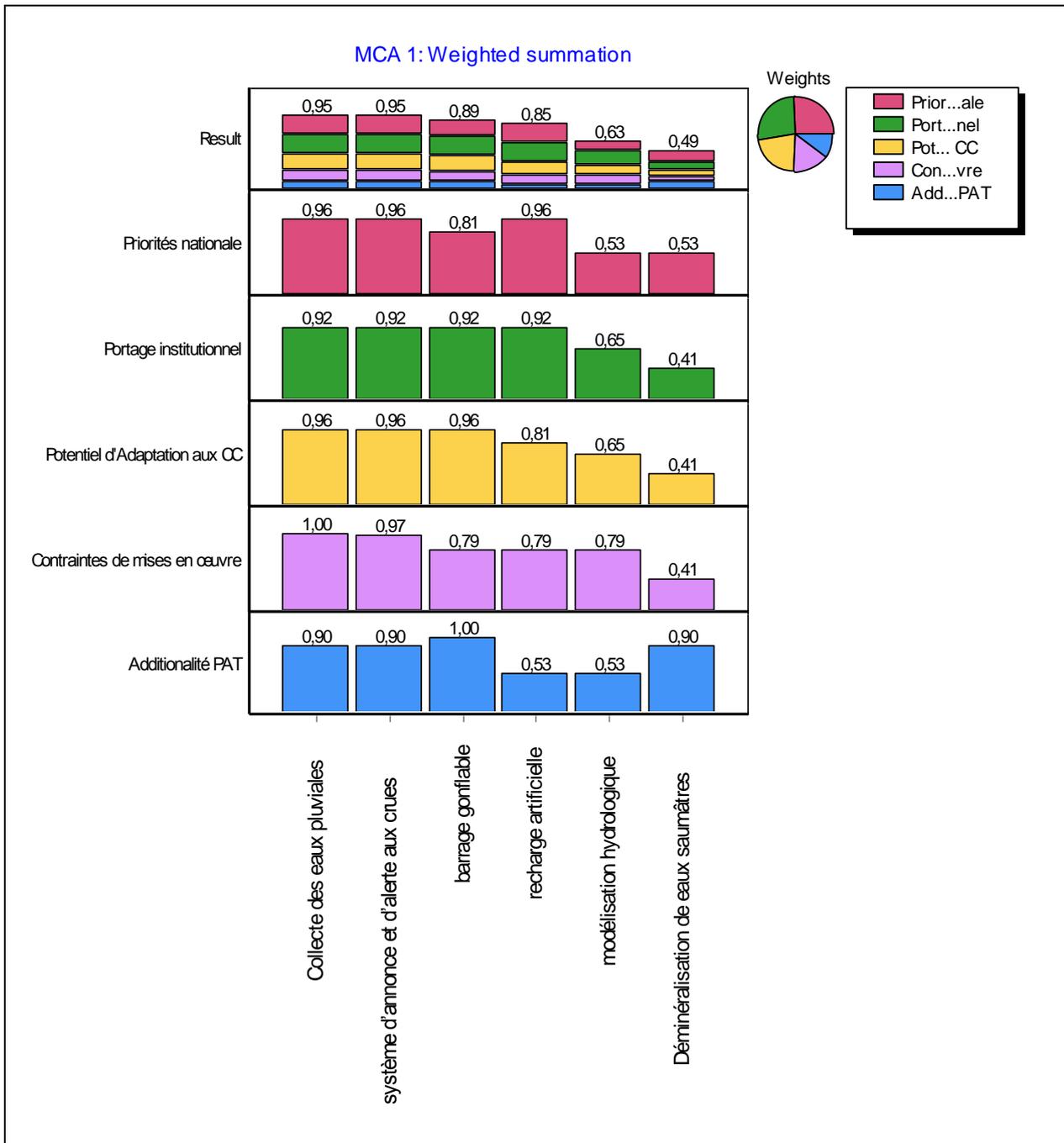
Les résultats de cette analyse multicritères des technologies d'adaptation (des secteurs de l'eau et de l'agriculture) font l'objet de la figure 8 ci-dessous.



a1. Secteur des Ressources en Eau

(Hiérarchisation globale des technologies)

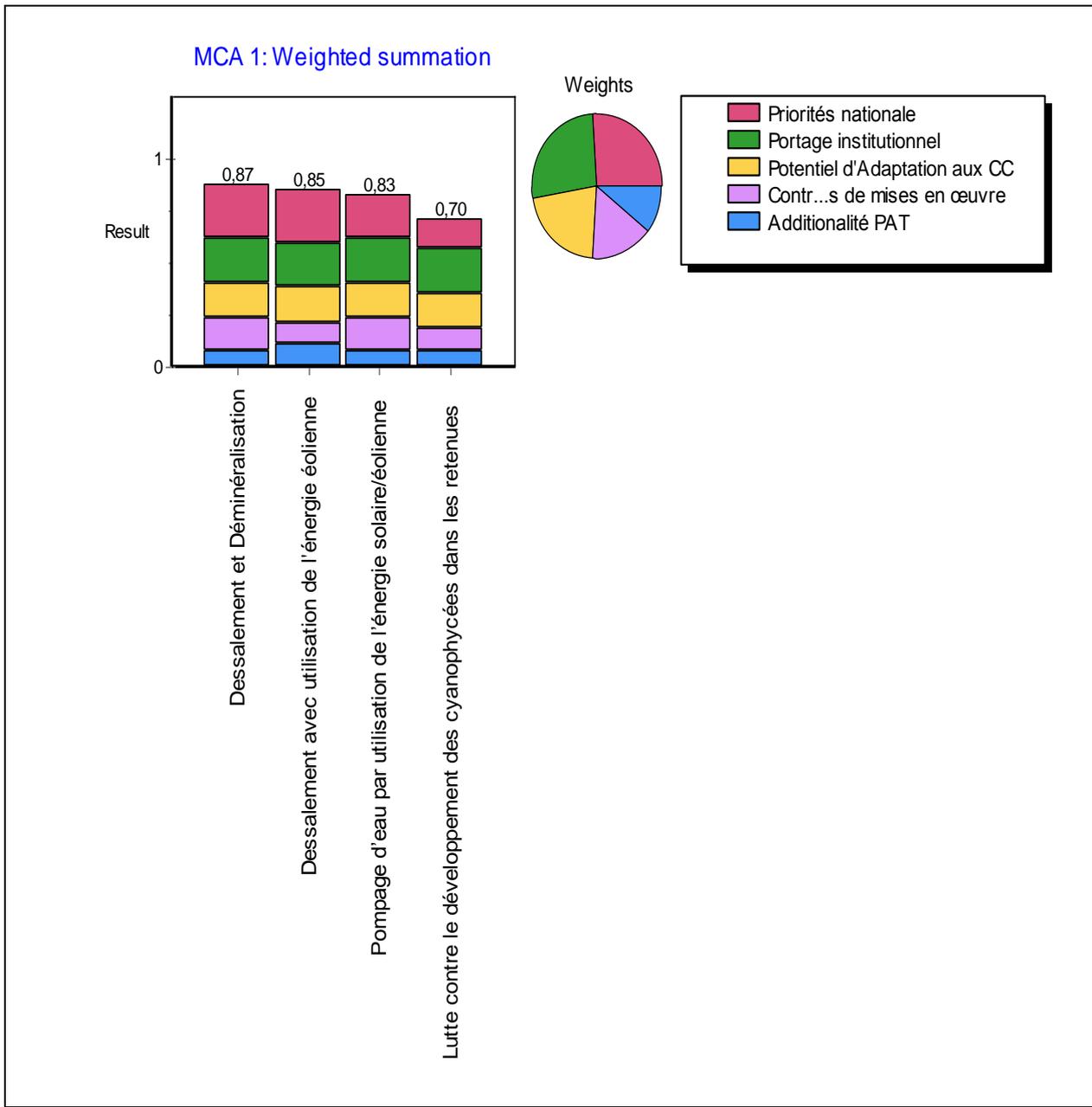
Figure 8 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées



a.2. Secteur des Ressources en Eau

(Hiérarchisation par critère de sélection)

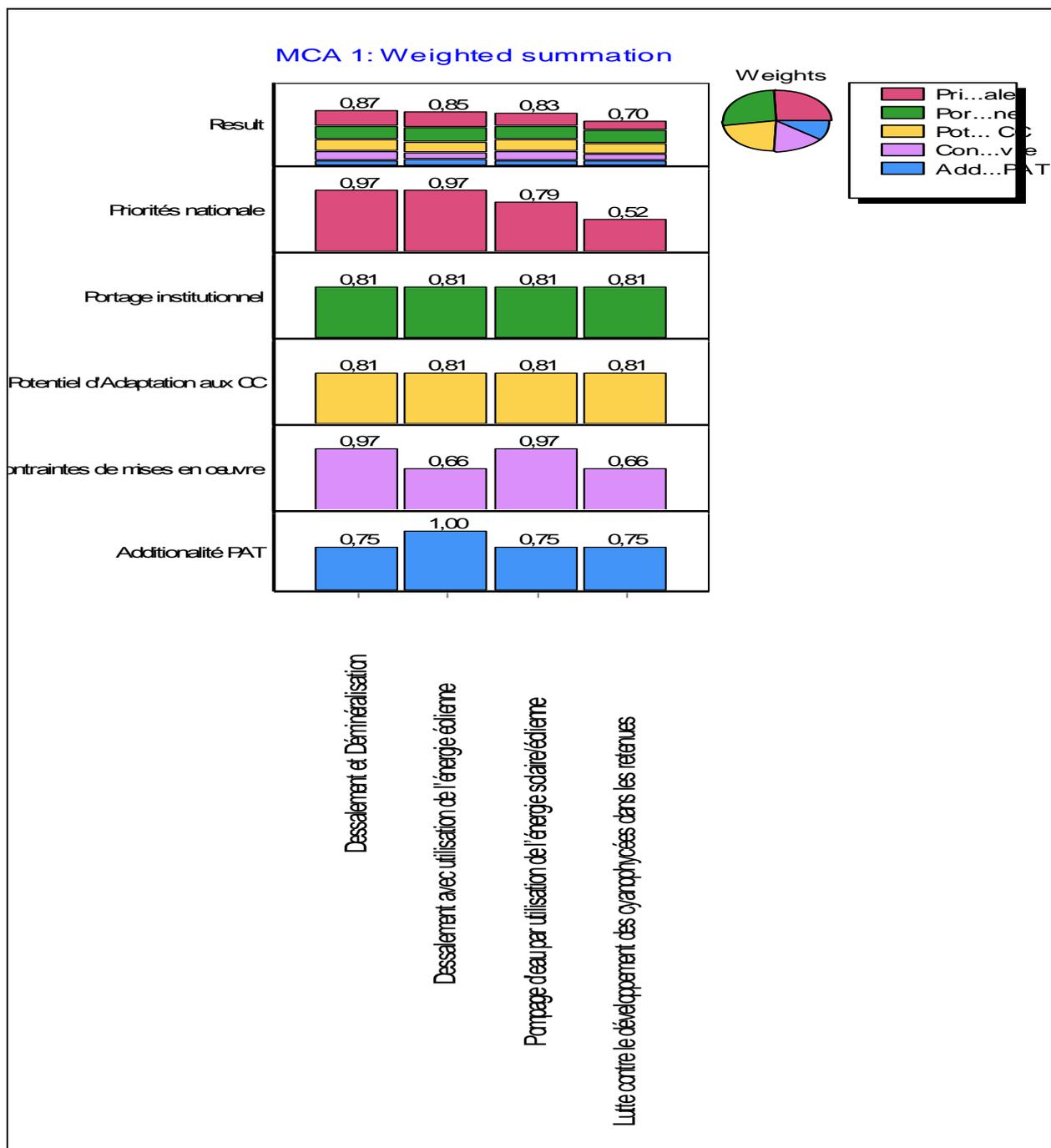
Figure 8 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées



b.1. Secteur de l'Eau Potable

(Hiérarchisation globale des technologies)

Figure 8 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées



b.1. Secteur de l'Eau Potable

(Hiérarchisation par critère de sélection)

Figure 8 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées

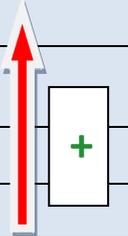
3.5.3. Technologies d'adaptation retenues pour la suite du processus EBT

Les différentes analyses effectuées (les deux niveaux de hiérarchisation et l'analyse multicritères) ont permis de retenir sept technologies pour la poursuite du processus EBT (identification des barrières, des mesures d'incitation et des cadres propices pour leur diffusion) en concertation avec les parties prenantes. Elles font l'objet du tableau 8 ci-dessous:

- Technologies des ressources en eau : 04 ;
- Technologies d'eau potable : 03 ;

Tableau 8 : Technologies de l'eau retenues pour la suite du processus EBT

Secteur	Technologie	Priorité
Ressources en Eau (Technologies recommandées par le SEEE)	Collecte des eaux pluviales	1
	Système d'annonce et d'alerte aux crues	2
	Barrage gonflable	3
	Recharge artificielle des nappes	4



Secteur	Technologie	Priorité
Eau Potable (Technologies recommandées par l'ONEP)	Dessalement de l'eau de mer et déminéralisation des eaux saumâtres pour la production de l'eau potable	1
	Dessalement avec couplage des énergies renouvelables	2
	Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable	3



Chapitre 4. Ordre de priorité technologique pour le secteur de l'Agriculture

4.1. Place de l'Agriculture dans l'économie nationale

L'agriculture a depuis toujours été considérée comme un secteur clé pour l'économie et le social du Maroc. La modernisation de l'agriculture menée au fil des années a développé l'agriculture irriguée en tant qu'outil pour s'affranchir des aléas climatiques qui caractérisent le climat au Maroc

En effet, l'agriculture irriguée s'est imposée au Maroc comme une composante de l'économie nationale et régionale en tant que levier de production de richesse et de création d'emplois au Maroc. Bien qu'elle n'occupe que 15 % des superficies cultivées, l'agriculture irriguée contribue à environ 45 % en moyenne de la valeur ajoutée agricole et intervient pour 75 % des exportations agricoles.

En outre, ce secteur assure près de 120 millions de journées de travail par an, soit environ 1 million 65 mille emplois, dont 250 mille permanents. A cela il faut ajouter l'amélioration des revenus des agriculteurs qui, grâce à l'avènement de l'irrigation, ont été multiplié, selon les périmètres, par un facteur compris entre 5 et 13.

Durant les décennies 1980 et 1990, le Maroc a traversé une période de fortes sécheresses et des apports d'eau en baisse persistante. Une gestion plus efficace des eaux dans les périmètres irrigués constitue un facteur déterminant pour faire face à la vulnérabilité de ce secteur face aux aléas climatiques.

Le secteur pluvial se caractérise par :

- ✓ une prédominance du système d'exploitation traditionnel et vivrier, à base de céréales qui occupent 57% de la SAU nationale. La production céréalière peut varier entre 100 millions de quintaux pour une année de bonne pluviosité (1995-96) à 18 millions de quintaux pour une année sèche (1994-95) et les rendements s'échelonnent entre 17qx/ha et 4 qx/ha ;
- ✓ une productivité faible par rapport à la main-d'œuvre et aux facteurs de production ;
- ✓ une utilisation limitée des nouvelles technologies, à savoir la mécanisation, les semences certifiées, les engrais, les traitements phytosanitaires et autres ;
- ✓ des difficultés d'accès au financement bancaire classique et une insuffisance en matière de conseil agricole et d'assurance agricole adaptée;
- ✓ un manque d'infrastructures socio-économiques (Santé, éducation, routes) ;
- ✓ un manque d'infrastructures socio-économiques (Santé, éducation, routes).

Ces problèmes se répercutent sur le niveau de vie des agriculteurs en zone bour qui représentent 90% de la population rurale.

4.2. Impact des changements climatiques sur le secteur agricole

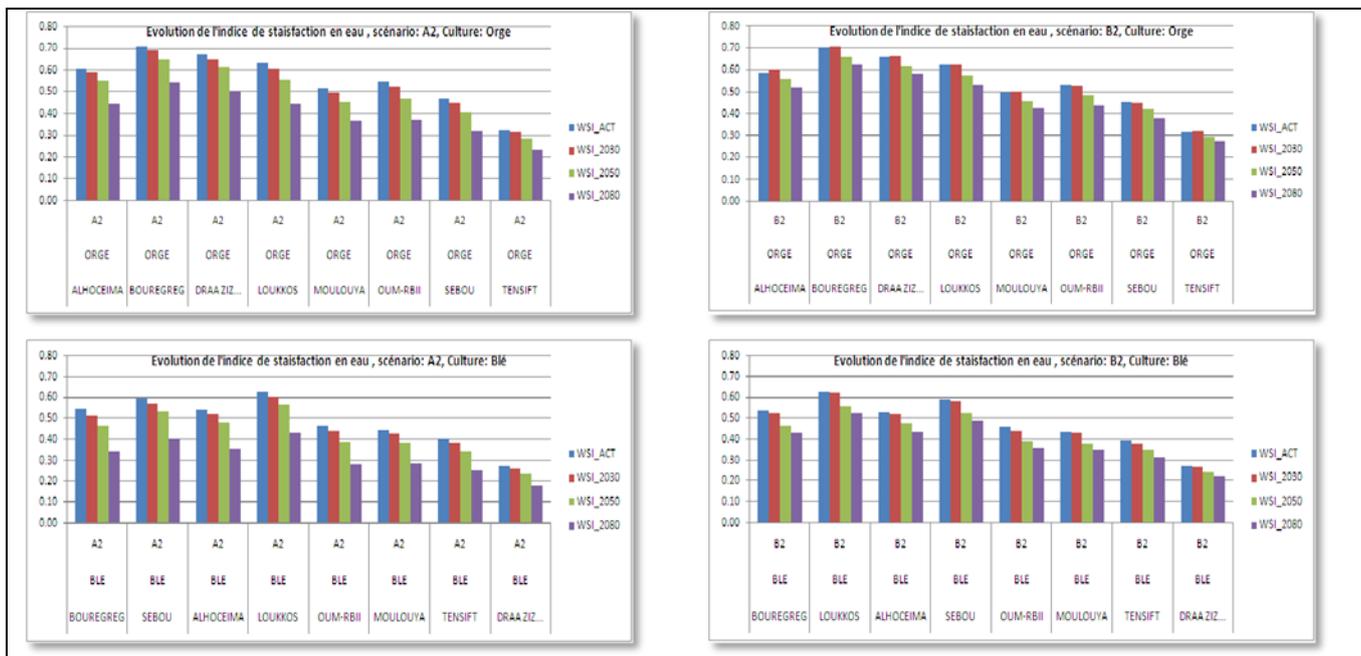
L'agriculture reste la principale utilisatrice de l'eau au Maroc, avec actuellement 89% des ressources en eau mobilisées du pays, notamment les eaux de surface. Les techniques d'irrigation gravitaire sont dominantes et présentent des efficacités insuffisantes par rapport à l'irrigation localisée.

L'agriculture reste la principale utilisatrice de l'eau au Maroc, avec actuellement 89 % des ressources en eau mobilisées du pays, notamment les eaux de surface. Telle que pratiquée actuellement, l'agriculture irriguée est dominée par les techniques d'irrigation gravitaire à faible efficacité.

L'agriculture représente donc le secteur le plus vulnérable vis-à-vis de la variabilité de la ressource en eau par son envergure territoriale, par sa forte empreinte hydrique et par les enjeux socioéconomiques majeurs.

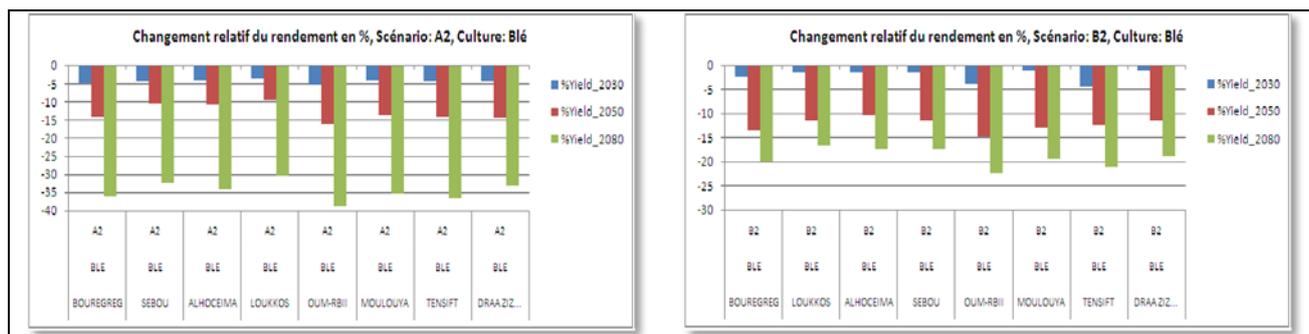
Les impacts des changements climatiques se traduiraient par les effets suivants :

- une baisse sensible des indices de satisfaction en eau des cultures (orge et blé), (Tabl. 9 et Fig. 9);
- une baisse des rendements agricoles (Tabl. 9 et Fig. 10).



Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

Figure 9 : Evolution de l'indice de satisfaction en eau des cultures (blé et orge) sous l'effet des changements climatiques



Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

Figure 10 : Changement relatif du rendement agricole en % (orge et blé) sous l'effet des changements climatiques

Tableau 9 : Synthèse des impacts des changements climatiques à l'échelon national sur l'agriculture

	2020	2050	2080
Blé	Les rendements enregistreront une légère baisse ne dépassant pas -5% selon A2 et -4% selon B2. Les besoins en eau d'irrigation : les modèles annoncent des stress bien marqués au niveau des BV de Oum Rbia, Moulouya, Tensift et Draa. Cependant, par rapport aux apports actuels, les besoins futurs restent stationnaires.	Le rendement du blé enregistrera une tendance à la baisse : le BV d'Oum Rbia subira la plus importante réduction à -15% par rapport au rendement actuel. Les autres BV enregistreront une baisse qui est voisine de -10%. Au niveau de l'irrigation, le blé nécessitera un complément en eau au niveau des BV d'Oum Rbia, Bouregreg, Moulouya, Draa-Ziz et Tensift. Pour les BV Al Hoceima, Loukkos et Sebou, les déficits hydriques demeurent stationnaires durant le cycle du blé.	Le bilan hydrique du blé présentera un déficit qui touchera les BV de Sebou et de Tensift. La pratique du blé en irrigué nécessitera une mobilisation de +19 mm à Sebou et de +58 mm à Tensift selon le scénario A2. Le scénario B2 exigera +3 mm sur le Sebou et une quantité supplémentaire de 45 mm sur le Tensift.
Orge	L'orge connaîtra une réduction insignifiante des rendements : la baisse ne dépasse pas -4% selon le scénario A2 et elle est quasi nulle à légèrement positive selon le scénario B2	Le scénario A2 prévoit une chute des rendements dépassant -10% sur les BV d'Oum Rbia, Loukkos, Moulouya, Sebou et Tensift et un peu moins pour les autres BV. Le scénario B2 annonce une baisse moins sévère : le BV d'Oum Rbia présente la projection la plus défavorable avec une diminution de l'ordre de -10%.	Pour le scénario A2, il y'aurait à l'échelle nationale une baisse de -28% dans les rendements avec un maximum pour le BV de l'Oum Rbia. Le scénario B2 prévoit une diminution de moitié des taux de A2.

Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

4.3. Stratégie Agricole du Maroc

Le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM) a élaboré en 2008 une nouvelle stratégie agricole appelée Plan Maroc Vert (PMV) qui a pour objectifs de :

- moderniser les petites et moyennes exploitations ;
- imprimer au secteur agricole une dynamique d'évolution harmonieuse, équilibrée et évolutive qui tienne compte de ces spécificités d'exploiter les marges de progrès et de valoriser au mieux les potentialités ;
- faire face aux nouveaux enjeux tout en préservant les équilibres sociaux et économiques et d'accompagner la profonde mutation que connaît le système agro-alimentaire mondial.

Le PMV est une stratégie nationale qui s'articule autour d'une approche globale touchant l'ensemble des acteurs, déclinée en 16 Plans Agricoles Régionaux (PAR) et qui se base sur deux « Piliers » et un bloc de réformes du cadre sectoriel.

L'objectif du Pilier I est le développement d'une agriculture à haute valeur ajoutée grâce à des investissements privés organisés autour de modèles d'agrégation équitables ;

Le Pilier II vise l'accompagnement solidaire de la petite agriculture autour d'une approche de lutte contre la pauvreté, dans les zones périphériques, en mobilisant des capitaux publics nationaux et internationaux. Les projets de développement relevant du Pilier II sont en phase de réalisation.

Cette stratégie agricole s'articule autour des sept fondements ci-après :

- l'agriculture principal levier de croissance pour les 10-15 prochaines années ;
- l'agrégation outil d'organisation ;
- l'agriculture pour tous sans exclusion ;

- l'investissement privé ;
- l'approche contractuelle ;
- la sauvegarde des ressources naturelles pour une agriculture durable ;
- la refonte du cadre sectoriel

Placée au centre des préoccupations du PMV, la question de l'économie d'eau en irrigation a été érigée en action stratégique cruciale pour garantir une agriculture plus productive, durable et respectueuse de l'environnement et ce à travers :

a. Modernisation de l'agriculture irriguée

Elle est basée sur le développement de l'irrigation localisée à grande échelle par le biais de la reconversion des techniques d'irrigation existantes et à efficience limitée, notamment le gravitaire.

L'objectif fixé est d'équiper en irrigation localisée près de 50% de la superficie totale aménagée au niveau national. Pour cela, le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) s'inscrit dans les mesures transverses du Plan Maroc Vert. Il vise en effet à atténuer la contrainte hydrique, considérée comme le principal facteur limitant à l'amélioration de la productivité agricole. Ce programme consiste en une conversion massive de l'irrigation de surface et par aspersion à l'irrigation localisée, sur une superficie de près de 550.000 ha pendant une période de 10 ans ; soit avec un rythme d'équipement moyen d'environ 55.000 ha/an.

b. Valorisation des ressources en eau mobilisées par les barrages

Elle est basée sur la résorption du décalage entre les superficies dominées par les barrages existants par les barrages existants ou programmés et les superficies équipées, qui s'établit à 140 640 ha ».

c. Renforcement de la maintenance et de la réhabilitation des réseaux d'irrigation des périmètres

Ils ont pour objectifs d'assurer un meilleur service de l'eau et la pérennisation des équipements agricoles.

d. Réforme institutionnelle du secteur de l'irrigation

Elle concerne notamment la grande irrigation, afin d'améliorer sa compétitivité et ses performances et de valoriser au mieux l'eau, et ce à travers l'encouragement du partenariat public-privé pour la gestion des périmètres collectifs d'irrigation.

e. Poursuite des efforts visant la promotion de la gestion participative de l'irrigation

Elle concerne notamment les périmètres de Petite et Moyenne Hydraulique (PMH), pour impliquer et responsabiliser les usagers de l'eau dans la gestion des réseaux d'irrigation et de la valorisation de l'eau.

4.4. Critères et processus de hiérarchisation des technologies

La même démarche et les mêmes critères et poids que ceux du secteur de l'eau ont été utilisés pour la hiérarchisation des technologies du secteur de l'Agriculture (cf. §§. 3.4).

4.5. Résultats de hiérarchisation des technologies

4.5.1. Technologies retenues

Cinq technologies ont été retenues par le Groupe de Travail du secteur de l'Agriculture, elles sont résumées dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10 : Technologies retenues du secteur de l'Agriculture

TECHNOLOGIE/PROJET	TYPE	INSTITUTION PORTEUSE
1. Développement des technologies d'économie d'eau en Irrigation (irrigation localisée)	Pilote & Diffusion	MAPM/DIAEA
2. Equipement agricole des périmètres irrigués situés en aval hydraulique des barrages actuels.	Déploiement et Diffusion	MAPM/DIAEA
3. Le Semis direct	Déploiement et Diffusion	MAPM/INRA
4. Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion de Bonnes Pratiques de Conduite de Cultures en Dry Land	R&D et Déploiement	MAPM/IAV Hassan II
5. Diffusion des technologies d'adaptation au changement climatique auprès des petits agriculteurs bénéficiaires des projets Pilier II du PMV.	Diffusion	MAPM/ADA

Les notes attribuées par les représentants des parties prenantes à chacune des technologies retenues sont synthétisées (par secteur) dans le tableau 11 suivant.

Tableau 11 : Notes attribuées aux technologies d'adaptation du secteur de l'Agriculture

	Critère				
	Priorités nationale	Portage institutionnel	Potentiel d'Adaptation aux CC	Contraintes de mises en œuvre	Additionalité PAT Disponibilité du financement
Technologie	5	5	4	3	2
Irrigation localisée	9,00	9,00	8,83	7,00	5,00
Equipement de Nouveaux Périmètres Irrigués	9,33	9,33	8,17	6,67	4,50
Semis Direct	7,00	8,00	7,67	4,17	4,33
Dévelop. Syst. Info. Agricole en Irrigué	8,00	8,50	9,00	7,50	6,00
Techno. Adaptation/PMV-Pilier II	8,83	9,00	7,33	5,17	6,50

4.5.2. Analyse multicritères des technologies d'adaptation dans le secteur agricole

Les résultats de cette analyse multicritères des technologies d'adaptation font l'objet de la figure 11 ci-dessous.

4.5.3. Technologies d'adaptation retenues pour la suite du processus EBT

Les différentes analyses effectuées (les deux niveaux de hiérarchisation et l'analyse multicritères) ont permis d'avoir le classement des technologies indiqué dans le tableau 12 ci-dessous :

Tableau 12 : Classement des technologies d'adaptation du secteur agricole

Secteur	Technologie/Projet	Priorité
Agricole	Techniques d'irrigation localisée	1
	Equipement de nouveaux périmètres irrigués situés en aval des barrages existants	2
	Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion de Bonnes Pratiques de Conduite de Cultures en Dry Land	3
	Technologies d'Adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert	4
	Technique du semi direct	5

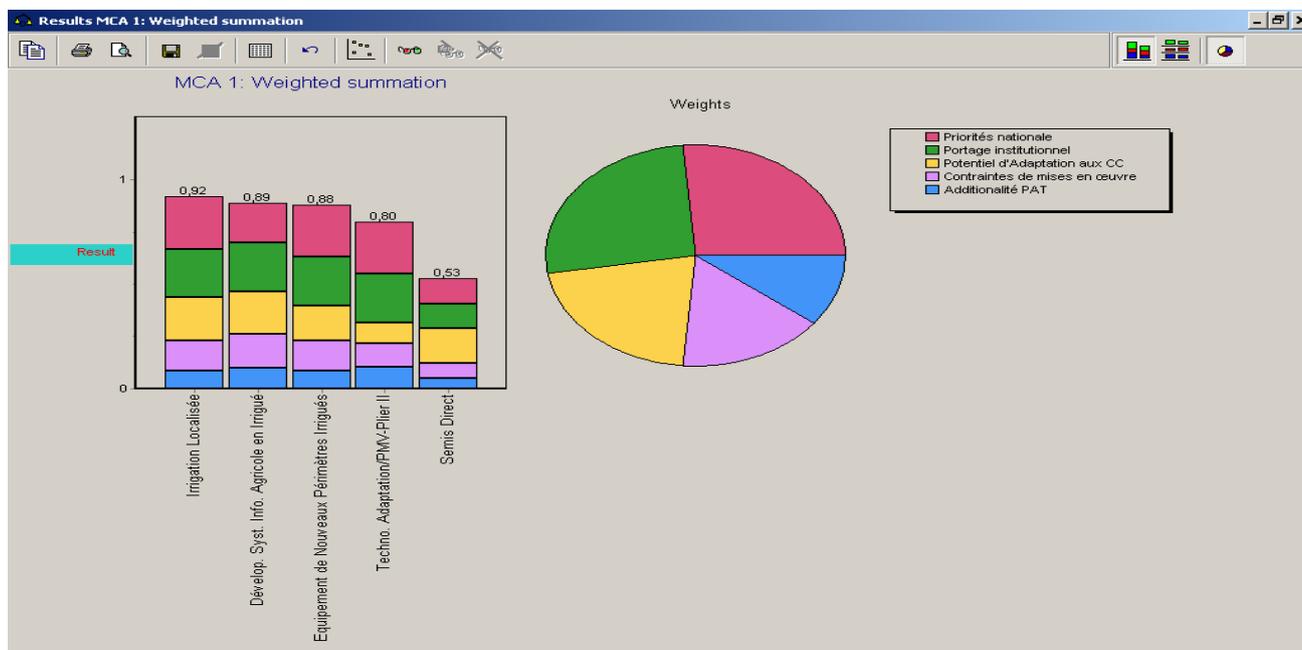
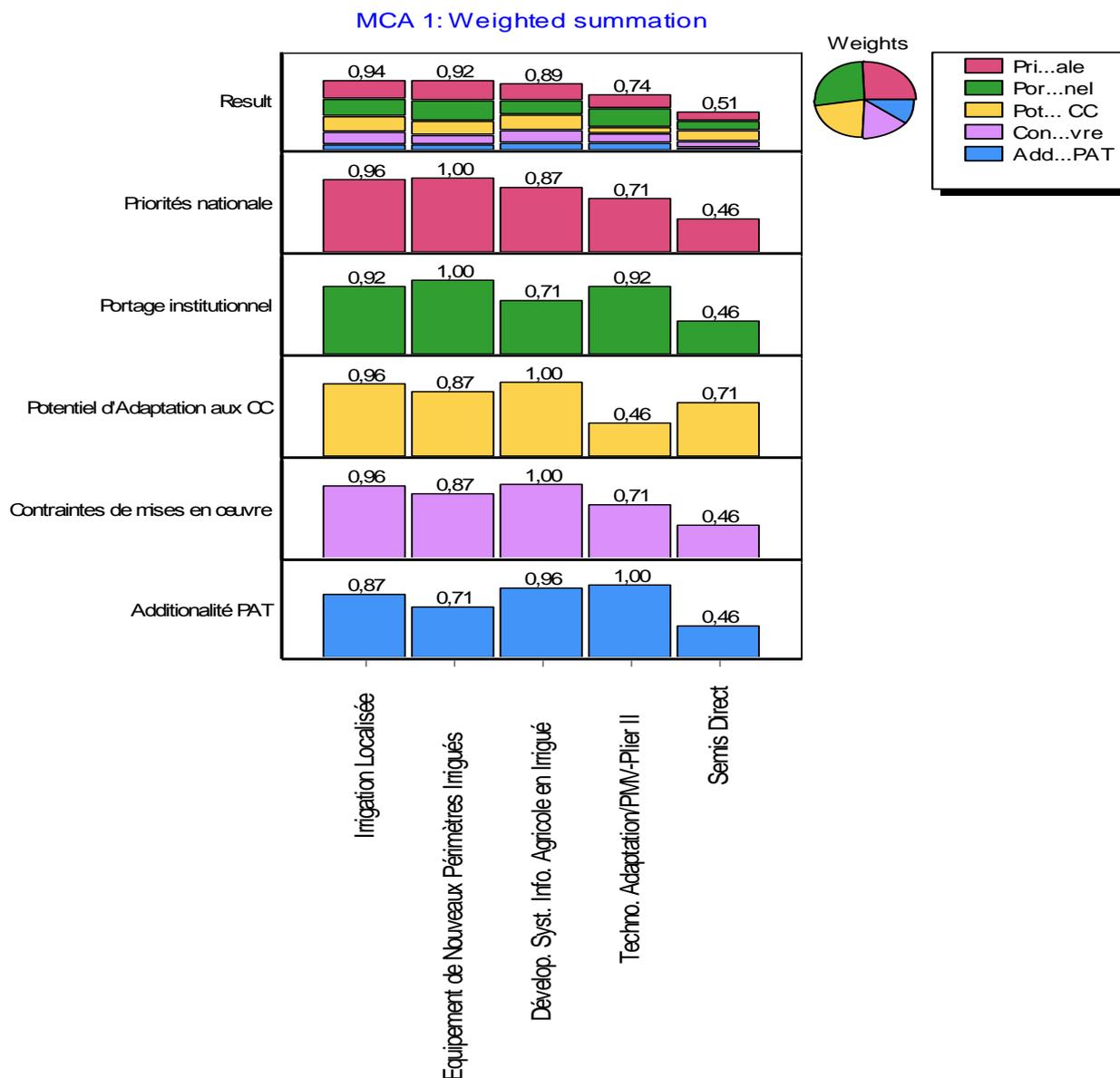


Figure 11: Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation du secteur agricole
(Hiérarchisation globale des technologies)



**Figure 11 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation du secteur agricole
(Hiérarchisation par critère de sélection)**

Chapitre 5. Conclusions

Le processus de concertation mené pendant plus de 18 mois avec les parties prenantes et les recommandations du comité national du projet EBT-C ont permis de :

- retenir les secteurs de l'eau et de l'agriculture comme les plus prioritaires sur les plans socio-économiques et les plus vulnérables face aux changements climatiques ;
- retenir les technologies suivantes (classées par ordre de priorité) pour l'atténuation des effets négatifs (adaptation) des changements climatiques :

a. Secteur de l'Eau :

a.1. Sous-secteur des ressources en eau :

- ✓ Collecte des eaux pluviales ;
- ✓ Systèmes d'annonce et d'alerte aux crues ;
- ✓ Barrages gonflables ;
- ✓ Recharge artificielle des nappes.

a.2. Sous-secteur de l'eau potable:

- ✓ Dessalement de l'eau de mer pour la production de l'eau potable;
- ✓ Dessalement avec couplage des énergies renouvelables;
- ✓ Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable.

b. Secteur de l'Agriculture :

- ✓ Technique d'irrigation localisée ;
- ✓ Equipement des Nouveaux Périmètres Irrigués situés en aval de barrages existants ;
- ✓ Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion de Bonnes Pratiques de Conduite de Cultures en DryLand ;
- ✓ Technique du semis direct.

Section II :
**Plan d'Action Technologique d'Adaptation
aux Changements Climatiques
(PAT-Adaptation)**

Chapitre 1. Secteur de l'Eau

1.1 Cibles préliminaires pour le transfert et la diffusion de technologies basées sur la Section I

Les deux secteurs prioritaires retenus par le comité national du projet EBT du Maroc (l'eau et l'agriculture) font partie des secteurs les plus prioritaires pour son développement socio-économique et pour assurer la généralisation de l'accès à l'eau potable et l'autosuffisance alimentaire du pays. Le Maroc leur a accordé une place de choix dès le lendemain de l'indépendance en 1956. Ces deux secteurs ont fait l'objet des deux stratégies suivantes : stratégie nationale de l'eau (2010) et le Plan Maroc Vert (2008).

Les technologies retenues après le processus de hiérarchisation sont relatives aux secteurs des ressources en eau, de l'eau potable et de l'agriculture.

1.1.1 Technologies du secteur des ressources en eau

1.1.1.1. Collecte des eaux pluviales

Cette technologie consiste à récupérer l'eau de pluie sur les toitures des maisons et son transport par des gouttières et d'autres canalisations jusqu'à des réservoirs de stockage, en vue de son utilisation pour la satisfaction des besoins en eau domestiques, agricoles, urbaines, etc.

Cette technologie permettra :

- d'économiser un volume d'eau important par an, de soulager les nappes surexploitées et de réduire le nombre de captages (barrages, puits, forages...) à réaliser ;
- de mettre à disposition de la population rurale une ressource en eau, permettant de satisfaire les besoins de son développement socio-économique (besoins domestiques, agricoles, etc);
- d'améliorer les conditions de vie de la population rurale.

1.1.1.2. Systèmes d'annonce de crues

Ces systèmes englobent :

- le renforcement des réseaux d'observation hydro-climatiques au sol et en altitude, ainsi que des moyens de la télédétection (radar, satellite, foudre) ;
- l'équipement des bassins versants vulnérables au risque d'inondations par des systèmes de télémessure hydrologique et d'annonce de crues (radar, satellite, foudre) adaptés (à chaque bassin) ;
- l'équipement des ABHs par du matériel et des logiciels de modélisation numérique de prévision à très courte échéance et à très haute résolution ;
- l'équipement des services centraux du SEEE avec du matériel permettant la consolidation et la gestion intégrée des données d'annonce de crues au niveau national.

Ces technologies permettront :

- ✓ d'anticiper la connaissance de la genèse des crues ;
- ✓ de prévenir des inondations et de leur importance;
- ✓ de limiter les conséquences désastreuses des inondations sur la sécurité de la population et sur ses biens ;
- ✓ une gestion optimale des retenues des barrages (lâchers, vidange, etc).

1.1.1.3. Barrages gonflables

Ces ouvrages (barrages gonflables, du type "Rubber Tube Dam") sont constitués d'une membrane en caoutchouc renforcé (gonflée à l'air ou à l'eau), accrochée par une ligne d'ancrage sur un massif en béton.

Cette technologie permettra :

- ✓ de mobiliser des ressources en eau superficielles à faible coût (par rapport aux barrages classiques) ;

- ✓ d'avoir une bonne capacité de régulation des eaux superficielles;
- ✓ d'utiliser des matériaux conventionnels ;
- ✓ de faire une maintenance réduite et moins coûteuse ;
- ✓ de lutter contre l'envasement des retenues des barrages ;
- ✓ de mieux valoriser les ressources en eau superficielles mobilisées en milieu rural ;
- ✓ d'améliorer les conditions socio-économiques de la population rurale.

1.1.1.4. Recharge artificielle des nappes

Cette technologie consiste à stocker dans le sous-sol de grands volumes d'eau excédentaires d'origines diverses (eaux superficielles des cours d'eau, eaux des barrages, eau de pluie récupérée, eau usée épurée, etc) pour qu'ils soient prélevés et utilisés ultérieurement pendant les périodes déficitaires (sécheresses prolongées).

Plusieurs dispositifs de la recharge artificielle des nappes (RAN) sont utilisés dans le monde, chacun est adapté à un contexte hydrogéologique et climatique particulier (nappe superficielle, nappe profonde, nappe côtière, nappe en milieu poreux, nappe en milieu fissuré, etc).

La recharge artificielle des nappes devra se faire à chaque fois qu'il y'a un excédent d'eau superficielle (années pluvieuses). Elle permettra de:

- ✓ faire une gestion intégrée des ressources en eau des bassins hydrauliques ;
- ✓ de reconstituer les réserves d'eau des nappes déficitaires : un objectif de stockage de 180 Mm³/an a été fixé par la stratégie nationale de l'eau ;
- ✓ considérer les nappes en réservoirs souterrains stratégiques, à utiliser uniquement en cas de besoin (sécheresse, pollution des eaux superficielles, etc) ;
- ✓ lutter contre l'invasion des eaux marines dans les nappes côtières.
- ✓ éviter les pertes d'eau par évaporation dans les retenues de barrages et les lacs d'eau, notamment dans les zones semi-arides et arides (grande partie du territoire national);
- ✓ maintenir ou soutenir le débit des cours d'eau et le niveau des lacs naturels;
- ✓ lutter contre les risques d'inondations, en vidant partiellement (ou totalement) les retenues des barrages situées en amont des zones inondables ;
- ✓ améliorer la qualité de l'eau des nappes saumâtres en la mélangeant avec l'eau moins minéralisée.

1.1.2. Technologies du sous-secteur de l'eau potable

1.1.2.1. Dessalement de l'eau de mer

Le dessalement de l'eau de mer est une technologie éprouvée, basée sur la séparation du sel et de l'eau par des membranes semi-perméables, avec utilisation d'une haute pression (qui oblige l'eau à traverser ladite membrane) : osmose inverse.

L'énergie requise par l'osmose inverse est d'origine électrique, consommée principalement par les pompes de haute pression.

Cette technologie permettra de :

- ✓ utiliser une ressource en eau non conventionnelle pour prévenir la saturation des ressources en eau conventionnelle du pays à l'horizon 2020 ;
- ✓ soulager les nappes surexploitées, dont le niveau de certaines a baissé de plus de 70 m (nappes de Souss, du Haouz, du Lias du bassin du Saiss, etc) ;
- ✓ satisfaire les besoins en eau potable et industrielle en perpétuelle augmentation ;
- ✓ améliorer les conditions socio-économiques de la population concernée.

1.1.2.2. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable.

Cette technologie a pour but d'éliminer des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable, tout en intégrant le volet impact des changements climatiques sur la prolifération de ces bactéries.

Cette technologie permettra de :

- ✓ améliorer la qualité de l'eau des retenues des barrages destinées à la production de l'eau potable ;
- ✓ réduire le coût de production de l'eau potable ;
- ✓ augmenter le degré d'adaptation du secteur de l'eau potable aux effets néfastes des changements climatiques, caractérisés par une augmentation des températures de l'air, favorisant le développement des cyanophycées toxiques dans les retenues des barrages.

1.2. Analyse des barrières de déploiement des technologies du secteur de l'eau

1.2.1. Sous-secteur des ressources en eau

Les principales barrières pour le déploiement des technologies du secteur de l'eau (sous-secteurs des ressources en eau et eau potable) sont résumées ci-dessous.

1.2.1.1. Collecte des eaux pluviales (CEP)

- coûts élevés d'acquisition de la technologie;
- absence de subvention du matériel ;
- rareté de spécialistes des technologies de CEP ;
- faiblesse de la recherche académique dans les technologies de CEP ;
- collaboration insuffisante entre les industries et les institutions de formation et de R&D ;
- faiblesse d'intérêt des médias pour la technologie ;
- faiblesse de sensibilisation du grand public à la technologie.

1.2.1.2. Système d'annonce et d'alerte aux crues

Les principales barrières au déploiement de cette technologie sont:

- coûts directs élevés ;
- technologie non disponible sur le marché local ;
- coordination insuffisante entre les ministères concernés et les autres parties prenantes ;
- collaboration insuffisante entre les industries et les institutions de R&D ;
- culture de R&D limitée.

1.2.1.3. Barrage gonflable type "Rubber Tube Dam"

- technologie absente sur le marché national ;
- absence de compétences et d'expertise nationales pour cette nouvelle technologie ;
- collaboration insuffisante entre les industries et les institutions de R&D ;
- culture de R&D limitée ;
- technologie quasi inconnue ;
- absence d'institutions et d'initiatives pour définir les normes.

1.2.1.4. Recharge artificielle des nappes

- coût d'investissement élevé;
- coûts de fonctionnement et de maintenance élevés;
- problème de gestion du colmatage et de la réhabilitation des dispositifs de recharge ;
- manque d'expertise et d'un savoir faire confirmés au Maroc ;
- culture de R&D limitée ;
- faiblesse de la coopération scientifique avec les institutions universitaires (nationales et étrangères) dans ce domaine.

1.2.2. Sous-secteur de l'eau potable

1.2.2.1. Dessalement de l'eau de mer

- coût d'investissement élevé ;
- coût élevé de l'énergie ;
- coûts de fonctionnement et de maintenance élevés ;
- coût de vente du m³ d'eau inférieur au coût de production ;
- collaboration insuffisante entre les industries et les institutions de R&D ;
- culture de R&D limitée (absence de laboratoires spécialisés, faiblesse des ressources matérielles, etc) ;
- impact négatif sur l'environnement (production de saumures).

1.2.2.2. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement d'eau Potable.

- technologie non disponible sur le marché local ;
- collaboration insuffisante entre les industries et les institutions de R&D dans le domaine de traitement d'eau potable ;
- culture de R&D récente dans les institutions ayant la charge de gestion et de production de l'eau potable.

1.3. Mesures d'incitation pour lever les barrières

1.3.1. Sous-secteur des ressources en eau

Les principales mesures et incitations à mettre en place pour lever les contraintes s'opposant à la diffusion à grande échelle des technologies retenues du secteur de l'eau (ressources en eau et eau potable) sont résumées ci-dessous.

1.3.1.1. Collecte des eaux pluviales (CEP)

- mise en place d'outils réglementaires incitatifs pour la promotion du recours aux techniques de récupération des eaux pluviales ;
- subvention des équipements nécessaires ;
- renforcement de la formation des techniciens spécialisés ;
- encouragement de la R&D ;
- renforcement de la sensibilisation et de l'information du grand public.

1.3.1.2. Système d'annonce et d'alerte aux crues

- encouragement du secteur privé à s'investir dans la production de ces technologies ;
- encouragement de la collaboration entre les industries et les institutions universitaires ;
- encouragement des chercheurs universitaires à développer des technologies adaptées au contexte marocain ;
- encouragement des ABHs à homogénéiser la technologie au niveau national.

1.3.1.3. Barrage gonflable type "Rubber Tube Dam"

- financement international ;
- formation du personnel de l'administration : cadres et maîtrise d'œuvre ;
- encouragement de la production de la technologie au Maroc ;
- encouragement de la R&D dans le domaine des barrages gonflables ;
- encouragement de la R&D dans le domaine des barrages gonflables.

1.3.1.4. Recharge artificielle des nappes

- financement international ;
- renforcement des capacités des cadres et agents de l'administration (DGH) ;
- encouragement de l'investissement privé ;
- encouragement de la recherche scientifique et technique ;
- encouragement du partenariat entre les universitaires et le milieu professionnel s'intéressant à la technologie.

1.3.2. Sous-secteur de l'eau potable

1.3.2.1. Dessalement de l'eau potable

- développement d'une industrie spécialisée dans les technologies de dessalement ;
- développement de métiers liés au domaine de dessalement et de la déminéralisation de l'eau ;
- mise en place de mécanismes de réévaluation des tarifs de vente d'eau pour les rapprocher des coûts réels de production ;
- encouragement de l'ouverture du marché de l'énergie et du dessalement ;
- encouragement des modes de gestion (des stations de dessalement) par concession ;
- développement de la collaboration entre l'ONEP et les institutions universitaires : mise en place de filières spécialisées, recherche, etc ;
- développement de mécanismes d'assurance pour la couverture des risques liés aux technologies de dessalement.

1.3.2.2. Dessalement et déminéralisation de l'eau avec utilisation de l'énergie renouvelable

- développement d'industries locales spécialisées dans les domaines du dessalement et des énergies renouvelables et de leur couplage (conception et réalisation) ;
- mise en place de mécanismes de réévaluation des tarifs de vente d'eau pour les rapprocher des coûts réels de production ;
- encouragement de l'ouverture du marché de l'énergie, du dessalement et de la déminéralisation ;
- développement d'outils réglementaires incitatifs pour la promotion du recours aux énergies renouvelables ;
- import de la technologie de dessalement et de la déminéralisation utilisant de l'énergie renouvelable ;
- développement de la collaboration entre l'ONEP et les institutions universitaires nationales et étrangères: mise en place de filières spécialisées, recherche, etc ;

- encouragement du mode de gestion par concession des stations de dessalement et de déminéralisation.

1.3.2.3. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement d'eau Potable

- import de la technologie (achat du matériel et d'expertise) ;
- nécessité de développer des méthodes d'analyse au niveau local;
- renforcement de la collaboration de l'ONEP avec les institutions universitaires et de recherche, à travers des mécanismes de convention et d'échange (séminaires...) et la revalorisation de la fonction R&D ;
- encouragement de la formation des cadres et ingénieurs des organismes ayant la charge de la gestion et de la protection des ressources en eau dans le domaine de la lutte contre le développement des cyanophycées dans les retenues des barrages ;
- encouragement de la recherche scientifique dans les institutions universitaires (création d'équipes et de laboratoires de recherche, acquisition des équipements, organisation de colloques et de séminaires, etc) dans le domaine de la protection et de la dépollution des ressources en eau destinées à la consommation humaine.

1.4. Cadre propice pour surmonter les barrières

Les principaux cadres propices au développement et à la diffusion des technologies retenues du secteur de l'eau (ressources en eau et eau potable) sont résumés ci-dessous.

1.4.1. Sous-secteur des ressources en eau

1.4.1.1. Collecte des eaux pluviales (CEP)

- Aspect Institutionnel :

- existence des agences des Bassins Hydrauliques sur tout le territoire national;
- lancement d'un plan d'action national pour la collecte des eaux pluviales.

- Aspect réglementaire :

- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- la Charte Nationale de l'Environnement ;
- le Plan National du Lutte contre le Réchauffement Climatique ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques.

- Aspect Technique :

- Programme National de Généralisation de l'Accès à l'Eau Potable en milieu Rural (PAGER);

- Social :

- grand respect culturel et religieux pour l'eau ;
- adhésion de la population rurale aux techniques de collecte des eaux de façon générale.

- Sensibilisation :

- sensibilisation du grand public sur la rareté de l'eau et sur la nécessité d'économie de l'eau conventionnelle.

1.4.1.2. Système d'annonce et d'alerte aux crues

- Aspect Institutionnel :

- existence des Agences des Bassins Hydrauliques sur tout le territoire national.

- Aspect réglementaire :

- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- la Charte Nationale de l'Environnement ;
- le Plan National du Lutte contre le Réchauffement Climatique ;
- la Loi sur l'eau 10/95 ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques.

- Recherche & Développement :

- renforcement de la R&D sur les systèmes d'annonce de crues et le partenariat entre les parties prenantes et les institutions universitaires.

1.4.1.3. Barrage gonflable type "Rubber Tube Dam"

- Aspect Institutionnel :

- existence de la Direction Générale de l'Hydraulique (SEEE), ayant une grande expérience dans le domaine des barrages (datant de plus 30 années au moins);
- Plan Maroc Vert.

- Aspect réglementaire :

- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- la Charte Nationale de l'Environnement ;
- le Plan National du Lutte contre le Réchauffement Climatique ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques.

- Social :

- Programme National de Généralisation de l'Accès à l'Eau Potable en milieu rural ;

- Recherche & Développement :

- encouragement de la R&D dans le domaine de la mobilisation des eaux superficielles en général et des barrages en particulier.

1.4.1.4. Recharge artificielle des nappes

- Aspect Institutionnel :

- existence de la Direction Générale de l'Hydraulique (SEEE), ayant une grande expérience dans les domaines de la mobilisation et de la gestion des ressources en eau, datant de plus de 30 années au Moins ;
- existence des Agences de Bassins Hydrauliques sur tout le territoire national ;
- Plan Maroc Vert.
-

- Aspect réglementaire :

- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- la Charte Nationale de l'Environnement ;
- le Plan National du Lutte contre le Réchauffement Climatique ;
- la Loi sur l'eau 10/95 ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques.

- Social :

- Programme National de Généralisation de l'Accès à l'Eau Potable en milieu rural.

- Recherche & Développement :

- encouragement de la R&D dans le domaine de l'eau et de la recharge artificielle des nappes.

- Sensibilisation :

- intérêt des médias et de la presse à la rareté de l'eau ;
- intérêt des médias et de la presse à la surexploitation des nappes ;
- intérêt des médias et de la presse à la recharge artificielle des nappes.

1.4.2. Sous-secteur de l'eau potable

1.4.2.1. Dessalement de l'eau potable

Le cadre propice au développement des technologies de dessalement de l'eau de mer est constitué par :

- Aspect institutionnel :

- attributions réglementaires de l'ONEP pour la production de l'eau potable au niveau national ;

- Aspect organisationnel :

- meilleure concertation, dans le cadre de la gestion des ressources hydriques au niveau national, pour compléter le déficit en ressources en eau douce par le dessalement ;

- Aspect réglementaire :

- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- la Charte Nationale de l'Environnement ;
- le Plan National du Lutte contre le Réchauffement Climatique ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques ;

- Aspect financier :

- plus grand développement des modes de financement basés sur la concession ;

- Aspect économique :

- soutien des coûts de production ;

- Aspect Technique :

- renforcement des acquis techniques nationaux dans le domaine du dessalement.

- Social :

- réalisation de projets spécifiques en dessalement et en déminéralisation des eaux saumâtres dans les zones isolées ou pauvres en vue de sédentariser les populations ;

- Renforcement de capacité :

- renforcement de capacité au niveau académique et des opérateurs du secteur de l'eau potable en techniques de dessalement ;

- Recherche & Développement :

- encouragement de la R&D, au niveau académique et auprès des opérateurs du secteur de l'eau, sur les technologies de dessalement et de leur adaptation au contexte local ;

- Sensibilisation :

- Renforcement de la sensibilisation de la population sur la nécessité du recours au dessalement et à la déminéralisation des eaux saumâtres pour satisfaire les besoins de plus en plus croissants en ressources en eau du pays.

1.4.2.2. Dessalement et déminéralisation de l'eau avec utilisation de l'énergie renouvelable

- Aspect institutionnel :

- expérience acquise par l'ONEP dans le domaine du dessalement et de la déminéralisation de l'eau ;

- Aspect réglementaire :

- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- la Charte Nationale de l'Environnement ;

- le Plan National du Lutte contre le Réchauffement Climatique ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques ;

- Aspect organisationnel :

- fusion entre l'ONEP et l'ONE (Office National de l'Electricité) et création de l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable (ONEE) ;

- Aspect Technique :

- capitalisation du savoir faire national dans le domaine du dessalement et de l'utilisation des énergies renouvelables ;
- existence d'une conscience forte sur la rareté des ressources en eau douce et que les eaux salées peuvent constituer une solution pour la satisfaction des besoins en eau potable de la population ;

- Social :

- expérience réussie des projets de dessalement de l'eau dans les zones isolées destinées à sédentariser les populations. Exemple : cas des villages de pêcheurs au sud du Maroc ;

- Recherche & Développement :

- existence de scientifiques et de structures de recherche appropriés dans les institutions universitaires du Maroc ;

- Sensibilisation :

- Intérêt de la presse et des médias à la rareté des ressources en eau conventionnelles et à la nécessité de développer des ressources en eau non conventionnelles.

1.4.2.3. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement d'eau potable

- Aspect institutionnel

- Appui de l'ONEP à la mise en place au Maroc d'une unité de recherche sur les cyanobactéries ;

- Recherche & Développement :

- existence de scientifiques et de structures de recherche pouvant permettre le développement de ces technologies, moyennant un soutien financier.

1.5. Plan d'action et idées de projets pour le secteur de l'Eau

Les différentes idées à projet du secteur de l'eau proposées par les parties prenantes sont synthétisées dans le tableau 13 ci-dessous. Les fiches de ces idées à projets font l'objet de l'annexe II.

On dénombre treize idées à projets réparties en :

- 5 du sous-secteur des ressources en eau (proposées par la Directeur Générale de l'Hydraulique) ;
- 8 du sous-secteur de l'eau potable (proposées par l'Office National de l'Eau Potable (ONEP)).

Le coût unitaire prévisionnel de ces projets varie entre 2 et 50 millions de DH.

Le coût global de ces projets est d'environ 1.5 milliards de DH (soit environ 168 millions de dollars US), réparti en :

- **environ 118 millions de DH (environ 13 millions de dollars US) pour les projets de développement et de mobilisation des ressources en eau et ;**
- **environ 1.4 milliards de DH pour les projets d'Eau Potable (soit environ 155 millions de dollars US).**

Tableau 13 : Liste des idées à projets du secteur de l'eau

Sous-secteur	Num	Idée à projet	Porteur du projet	Coût (Millions DH)	Echéancier
Ressources en eau	1	Collecte des Eaux Pluviales	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	Coût total du Plan National de Collecte des Eaux Pluviales: 50 millions DH (5.5 millions de dollars US)	2008 et 2030
Ressources en eau	2	Renforcement du système d'annonce de crues	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	4.4 (0.5 millions de dollars US)	2013-2014
Ressources en eau	3	Barrage gonflable de la commune de Skoura	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	30 (3.3 millions de dollars US)	2013-2014
Ressources en eau	4	Recharge Artificielle de la Nappe de Guelmim	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	30 (3.3 millions de dollars US)	2013 – 2014 pour le cas de la nappe de Berrechid Après 2014 (date de réalisation du barrage sur l'oued Essayad) pour le cas de la nappe de Guelmim
Ressources en eau	5	Recharge Artificielle de la Nappe de Berrechid	Agence de Bassin Hydraulique du Bouregreg et de la Chaouiâ	3.5 (0.4 millions de dollars US)	2013-2014
Eau potable	6	Renforcement de l'AEP de la Ville de Boujdour par dessalement d'eau de mer ; Q= 120 l/s. Lot 1 : Station de dessalement et équipements des forages : en cours de jugement.	ONEP	150 (16.7 millions de dollars US)	2013-2014
Eau potable	7	Renforcement de l'AEP de la ville de Dakhla ; Q= 200 l/s.	ONEP	250 (27.8 millions de dollars US)	Fin de l'étude : Fin 2014

Eau potable	8	Renforcement de l'AEP de la ville d'Al Hoceima et sa région par dessalement de l'eau de mer ; Q=200 l/s.	ONEP	330 (36.7 millions de dollars US)	Etudes : Mai 2012- Avril 2014 Travaux : Avril 2015- Décembre 2016.
Eau potable	9	Renforcement de l'AEP de la ville de Laâyoune par dessalement d'eau de mer ; Q= 300 l/s.	ONEP	350 (38.9 millions de dollars US)	Achèvement études et mobilisation financement : 2013 Début travaux : 2014 Mise en service : 2015.
Eau potable	10	Renforcement de l'AEP de la ville de Sidi Ifni, centres et douars avoisinants par dessalement d'eau de mer ; Q= 200 l/s	ONEP	230 (25.5 millions de dollars US)	Etude de faisabilité en cours. Début Travaux : 2014 Mise en service prévisionnelle : 2015-2016.
Eau potable	11	Renforcement de l'AEP de la ville de Zagora par déminéralisation des eaux souterraines ; Q = 60 l/s.	ONEP	50 (5.5 millions de dollars US)	Etudes : Fin 2012 Travaux : Vingt et Un (21) mois.
Eau potable	12	Renforcement de l'AEP De La Ville de Tarfaya par dessalement d'eau de me et utilisation des énergies renouvelables; Q= 40 l/s	ONEP	35 (3.9 millions de dollars US)	Achèvement des études et mobilisation financement : 2014 Début travaux : 2015 Mise en service : 2016
Eau potable	13	Lutte contre le développement des cyanophycées toxiques dans les ouvrages d'eau potable	ONEP	2 (0.22 millions de dollars US)	Lancement de l'étude : mi- 2013 Fin de l'étude : début 2014

1.6. Sommaire

Une identification et une analyse assez approfondies des barrières au déploiement et à la diffusion des technologies d'adaptation relatives au secteur de l'eau (ressources en eau et eau potable) ont été effectuées. Les mesures d'incitation et les cadres propices à la diffusion de ces technologies ont également été identifiés. Ils ont porté sur les technologies suivantes :

- Sous-secteur des ressources en eau :
 - Collecte des eaux pluviales ;
 - Système d'annonce et d'alerte aux crues ;
 - Barrage gonflable ;
 - Recharge artificielle des nappes.
- Sous-secteur de l'Eau Potable :
 - Dessalement de l'eau de mer pour la production de l'eau potable ;
 - Dessalement de l'eau de mer et déminéralisation des eaux saumâtres avec utilisation des énergies renouvelables ;
 - Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de production de l'eau potable.

Les principales barrières identifiées au développement et au déploiement à grande échelle de ces technologies sont notamment :

- les coûts élevés d'acquisition, de mise en œuvre, de fonctionnement et de maintenance ;
- la faiblesse de l'expérience et de l'expertise nationales ;
- la faiblesse de coordination entre les parties prenantes ;
- l'absence de libéralisation du secteur de l'énergie ;
- l'absence de fabrication au niveau local ;
- l'absence d'organisation des utilisateurs ;
- la faiblesse de la recherche scientifique et technique ;
- la faiblesse de la collaboration entre les industries et les institutions de formation et de R&D ;
- la faiblesse de l'intérêt des médias ;
- la faiblesse de sensibilisation du grand public à la technologie.

Les principales mesures d'incitation recommandées concernent notamment :

- le développement d'outils réglementaires incitatifs ;
- la facilitation du financement des investissements et le soutien financier de l'Etat ;
- l'encouragement du secteur privé à investir dans les technologies respectueuses du climat ;
- l'assouplissement des procédures d'import des technologies économes d'eau ;
- l'amélioration de la coordination entre les ministères concernés et les parties prenantes ;
- le renforcement de la formation des techniciens spécialisés et des usagers ;
- l'encouragement de la recherche-développement ;
- l'organisation des usagers dans le cadre d'associations et/ou de fédérations professionnelles ;
- le renforcement de la sensibilisation et de l'information du grand public ;
- le renforcement des compétences des agences d'exécution des projets agricoles ;
- l'organisation de la profession agricole et la mise à niveau des sociétés privées ;
- etc.

Les principaux cadres propices identifiés sont constitués notamment par :

- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- la Charte Nationale de l'Environnement ;
- la loi sur l'Eau 10/95 ;
- le Plan National de Lutte Contre les Changements Climatiques ;
- le Programme National de Généralisation de l'Accès à l'Eau Potable en milieu Rural (PAGER) ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques (CNI et SCN) ;
- le grand respect culturel et religieux pour l'eau de la société marocaine, notamment en milieu rural ;
- l'effort effectué par l'Etat pour la sensibilisation du grand public à l'économie de l'eau ;
- l'encouragement par l'Etat de la recherche scientifique, notamment dans les secteurs prioritaires du pays (dont font partie l'eau et l'agriculture).

Chapitre 2. Secteur de l'Agriculture

2.1. Cibles préliminaires pour le transfert et la diffusion de technologies basées sur la Section I

2.1.1. Irrigation localisée

L'irrigation localisée est le moyen le plus efficace pour économiser l'eau en irrigation. Elle apporte la quantité d'eau requise directement à la plante par le biais d'un tuyau en caoutchouc, empêchant de ce fait des pertes dues à l'évaporation, le ruissellement ou l'infiltration.

Les systèmes d'irrigation localisée sont généralement plus efficaces que les techniques d'irrigation gravitaires et par aspersion, avec une efficacité potentielle à la parcelle de 90 % par rapport aux systèmes d'irrigation gravitaire dont l'efficacité potentielle est de 70 %.

Même si le système d'irrigation localisée requiert de l'énergie pour la mise en pression (2 bar), il est moins exigeant en énergie que l'irrigation par aspersion (3,5 bar).

L'irrigation localisée permet de :

- faire des économies substantielles sur les ressources en eau. Le programme National d'Economie de l'Eau en Irrigation (PNEEI) prévoit une économie d'environ 1,4 milliard de m³/an;
- valoriser le m³ d'eau mobilisé ;
- réduire la pollution des ressources en eau par la maîtrise des apports d'eau et des fertilisants ;
- réduire la vulnérabilité du milieu rural aux changements climatiques ;
- créer l'emploi à travers l'intensification de la mise en valeur agricole à l'amont et à l'aval de l'activité agricole.

2.1.2. Equipement de nouveaux périmètres irrigués

Ces technologies visent l'extension et la réhabilitation des périmètres d'irrigation associés aux barrages existants ou programmés et portant sur près de 140 640 ha. Elles permettront de valoriser près de 1,2 Milliard de m³ d'eau actuellement sous valorisés ou perdus à la mer. Le coût global du programme est estimé à 18,2 milliards de Dh.

Les périmètres d'extension de l'irrigation sont conçus en réseau basse pression et avec prise sur les barrages pour l'adoption des techniques d'irrigation économes d'eau et pour l'utilisation de la pression hydraulique disponible au niveau des barrages.

Ces technologies permettront de :

- étendre et réhabiliter des périmètres d'irrigation associés aux barrages existants ou programmés, portant sur près de 140 640 ha ;
- valoriser près de 1,2 Milliard de m³ d'eau actuellement sous valorisés ou perdus en mer ;
- améliorer la valeur ajoutée agricole;
- créer de l'emploi en milieu rural et de réduire l'exode rural;
- améliorer la balance commerciale du pays;
- contribuer à la sécurité alimentaire par la stabilisation de la production ;
- avoir une meilleure adaptation de l'agriculture marocaine aux changements climatiques par une meilleure maîtrise des ressources en eau.

2.1.3. Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion des Bonnes Pratiques de Conduite de Cultures en Dry Land

Il s'agit de mettre en place un package technologique hard et soft, ayant un impact important sur l'adaptation aux changements climatiques. Ces technologies comportent deux composantes principales :

Composante I : Agriculture irriguée : Développement d'un Système d'Information Agricole pour le transfert de l'innovation, l'économie d'eau et la gestion de l'irrigation ;

Composante II : Agriculture pluviale : Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures pour l'adaptation du secteur agricole marocain pluvial au Changement Climatique.

Ces technologies permettront :

- une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau ;
- une augmentation de la réserve utile du sol ;
- le développement de nouvelles spéculations ayant des faibles besoins en eau ;
- une meilleure protection de l'environnement (technologie verte, non polluante) ;
- une restauration des terres dégradées ;
- une meilleure lutte contre la désertification et l'érosion ;
- une meilleure préservation des ressources naturelles et le maintien de la biodiversité.

2.1.4. Semi direct

Le semis direct est un système de production agricole qui permet la conservation de l'eau et des sols. Il est réalisé à l'aide d'opérations culturales simplifiées, basé sur l'utilisation de la technologie du semoir spécial pour le semis direct. Cette machine permet de déposer l'engrais et les semences dans le sol en un seul et unique passage sans aucun travail des sols au préalable (zéro labour ou non labour).

De ce fait, cette technologie permet de réduire le nombre de passages sur les parcelles agricoles et par conséquent la consommation en carburant, de réduire les émissions de carbone dues aux travaux de manipulation et de préparation des sols et l'utilisation d'un nombre limité de machines dans la production agricole.

Le semis direct permet de produire plus avec moins d'interventions sur les parcelles et de mieux valoriser les ressources limitées en eau et en sol. De même, il permet de réduire les émissions de CO₂ et d'en fixer plus par les plantes pour de meilleures productions agricoles.

Le développement d'un semoir national de semis direct et sa mise en vente sur le marché national à un prix abordable pour les agriculteurs et les entrepreneurs des services agricoles s'avère nécessaire pour la promotion et la diffusion du semis direct et d'une agriculture de conservation durable au Maroc.

Cette technologie permettra:

- de réduire l'investissement agricole dès le début de la campagne par la réduction du nombre de passages, la réduction des doses de semis, des besoins en main d'œuvre agricole (qui devient de moins en moins disponible);
- le non retournement des sols, qui réduit l'évaporation des eaux reçues de la pluviométrie et par conséquent augmente la probabilité de meilleures productions agricoles (grains et matières sèches d'affouragement) ;
- une meilleure utilisation de l'eau et donc une meilleure valorisation ;
- de contrôler l'érosion des sols et par conséquent les infrastructures (routes, assainissement, barrage, etc.) situés plus en aval.

2.1.5. Technologies d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV

Les principales technologies d'adaptation à intégrer dans les projets du Pilier II du Plan Maroc Vert sont résumées ci-dessous :

- ✓ Génétiques (la variété améliorée, les plants fruitiers certifiés et la semence certifiée) ;
- ✓ Economie de l'eau (le semis direct, l'irrigation d'appoint, la collecte des eaux pluviales à la surface des parcelles (banquettes, cuvettes,.....);
- ✓ Gestion intégrée des cultures (fertilisation, traitement phytosanitaire, désherbage, etc.) ;
- ✓ Acquisition des unités de fabrication et de valorisation des aliments de bétail à base des sous-produits agricoles (cactus, grignon des olives, margines...).

2.2. Analyse des barrières

Les principales barrières à la diffusion des technologies agricoles retenues sont résumées ci-dessous :

2.2.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée)

- coût direct élevé ;
- coûts de modification et de mise en œuvre élevés ;
- faible pouvoir d'achat des agriculteurs ;
- formalités administratives compliquées pour des petits agriculteurs, dont le niveau d'instruction est souvent faible ;
- collaboration insuffisante entre les industries et les institutions de R&D ;
- diffusion insuffisante de l'information aux utilisateurs de la technologie ;
- faiblesse de l'intérêt des médias pour la promotion des technologies économes d'eau;
- résistance au changement pour des raisons culturelles.

2.2.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués

- investissements nécessaires très lourds ;
- difficulté de recouvrement des coûts, dus à la pauvreté rurale et à la faible capacité contributive ;
- faible capacité technique des agriculteurs ;
- faible organisation des agriculteurs en associations ;
- intégration au marché insuffisante ;
- ressources en eau limitées et pénuries d'eau structurelles.

2.2.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en dry land

- l'absence de financement ;
- la lenteur et la mauvaise organisation des mécanismes de transfert de l'information de la recherche vers l'application.
- l'insuffisance d'instruments et d'institutions de financement ;
- les coûts élevés et difficulté d'accès aux intrants et aux facteurs de production ;
- le morcellement excessif des exploitations agricoles ;
- l'inadéquation des structures de formation ;
- l'insuffisance des structures d'encadrement.

2.2.4. Semis Direct

- les prix des semoirs sont au-delà de la capacité financière des agriculteurs et des prestataires de services agricoles ;
- l'absence de semoirs adaptés à coût abordable sur le marché national ;
- la capacité financière insuffisante des industriels intéressés dans le domaine du machinisme agricole pour réaliser ce projet ;

2.2.5. Technologies d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV

- coût direct élevé ;
- faible pouvoir d'achat des agriculteurs ;
- diffusion insuffisante de l'information aux utilisateurs de ces technologies.

2.3 Mesures d'incitation pour lever les barrières

Les principales mesures et incitations à mettre en place pour lever les contraintes s'opposant au développement et à la diffusion à grande échelle des technologies retenues du secteur agricole sont résumées ci-dessous :

2.3.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée)

- baisse du coût d'équipement en matériel d'irrigation localisée;
- Renforcement des incitations financières accordées par l'Etat à l'adoption des techniques d'irrigation localisée ;
- augmentation du pouvoir d'achat des agriculteurs ;
- généralisation de la technologie dans les régions déficitaires en eau ;
- encouragement du secteur privé à investir dans la production de cette technologie ;
- encouragement des agriculteurs à s'organiser sous forme d'associations des usagers de l'eau agricole ;
- simplification des procédures administratives pour l'acquisition de la technologie et des prêts bancaires;
- renforcement de la sensibilisation des agriculteurs aux technologies économes d'eau ;
- renforcement de la formation des agriculteurs à l'utilisation de l'irrigation localisée;
- encouragement à l'utilisation des eaux non conventionnelles pour l'irrigation.

2.3.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués

- la facilitation du financement des investissements et le soutien financier de l'Etat ;
- l'amélioration de la coordination interministérielle ;
- la facilitation de la régularisation des prélèvements d'eau dans le domaine public hydraulique ;
- l'intégration des technologies de maîtrise de l'énergie en irrigation localisée;
- l'amélioration de la maîtrise des technologies par des sociétés privées marocaines ;
- l'organisation de la profession agricole et la mise à niveau des sociétés privées ;
- le renforcement des compétences et l'encadrement conseil des agriculteurs ;
- le renforcement des compétences des agences d'exécution des projets agricoles ;
- le renforcement de la recherche/Développement.

2.3.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en Dry land

- le financement. Le nouveau Plan Maroc Vert offre des incitations individuelles favorables aux producteurs mais le transfert de technologie a été négligé ;
- la mise en place de nouvelles possibilités souples d'accès à des crédits avantageux pour l'acquisition de nouveaux équipements et la modernisation des exploitations agricoles ;
- le développement d'un partenariat avec les Offices de Mise en Valeur Agricole pour la conception finale et la mise en place du SII ;
- le renforcement de capacité des ressources humaines des ORMVAs, des associations professionnelles, du secteur privé, etc;
- la valorisation des résultats de la recherche scientifique, notamment pour la détermination des besoins en eau des cultures, la quantification des risques climatiques, les stades critiques selon les différents types de culture et les techniques de réduction et d'adaptation aux contraintes hydriques ;
- l'amélioration de la communication et du transfert technologique de pilotage de la contrainte hydrique et d'adaptation aux changements climatiques vers les producteurs ;
-

2.3.4. Semis Direct

- développer et encourager les sociétés de service agricole pour assurer une utilisation professionnelle et rationnelle des équipements agricoles dans le système de production à base de semis direct ;
- promouvoir et supporter la fabrication locale de la conception marocaine du semoir qui doit être adapté aux conditions locales et ayant un prix abordable ;
- développer de nouvelles conceptions pour les différents environnements et conditions d'utilisation (irrigué, montagnes, systèmes oasiens, etc) ;
- aider les industriels déjà engagés et ceux qui seront intéressés à développer des unités industrielles spécialisées dans les équipements pour l'agriculture de conservation et principalement le semis direct ;
- développer un programme pour la diffusion et le développement des systèmes de production à base de semis direct :
- développer un programme de formation pour les agents de développement, les prestataires de service et les agriculteurs dans le domaine de l'agriculture de conservation en général et le semis direct en particulier ;
- aider les prestataires désirants se convertir et assurer un programme de suivi et d'évaluation de leurs travaux ;
- supporter un programme de R&D pour l'accompagnement de l'adoption des systèmes de production à base de semis direct.

2.3.5. Technologies d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV

- mise en œuvre des projets pilier II constitue un vecteur efficace et adéquat de transfert de ces technologies auprès des agriculteurs organisés en coopératives agricoles ;
- baisse du coût de certaines technologies d'adaptation au changement climatique (semoir de semis direct, semences et plants certifiées, pratiques de conservations des eaux et des sols,.....);
- amélioration des revenus des agriculteurs et par conséquent de leur pouvoir d'achat;
- mise en place des subventions requises ciblant ces technologies à travers le Fonds de Développement Agricole;
- organisation professionnelle des agriculteurs bénéficiaires des projets du Pilier II;

- mise en œuvre de la nouvelle stratégie de développement du conseil agricole visant à renforcer l'encadrement rapproché des agriculteurs;
- renforcement de la formation des agriculteurs à l'utilisation de ces technologies.

2.4. Cadre propice pour surmonter les barrières

Les principaux cadres propices au développement et à la diffusion des technologies retenues du secteur agricole sont résumés ci-dessous :

2.4.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée)

Le cadre propice à la mise en place des technologies économes d'eau est constitué par les aspects suivants :

- Aspect Institutionnel :

- Volonté politique pour soutenir la gestion de la demande en eau et l'économie d'eau (Plan Maroc Vert, Stratégie Nationale de l'Eau, Charte Nationale de l'Environnement);
- Plan Maroc Vert ;
- la Stratégie Nationale de l'Eau.

- Aspect réglementaire :

- Code des investissements agricoles ;
- Fonds de Développement Agricole ;
- Loi sur l'eau.
- la Normalisation en matière d'irrigation ;
- la Loi sur les AUEA.

- Aspect technique :

- Savoir faire des entreprises et des institutions marocaines dans le domaine de l'irrigation ;
- l'existence de structures de recherche dans le domaine de l'irrigation dans les institutions universitaires marocaines.

2.4.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués

- Aspect Institutionnel :

- Volonté politique pour soutenir la gestion intégrée des ressources en eau (Plan Maroc Vert, Stratégie Nationale de l'Eau, Charte Nationale de l'Environnement);

- Aspect réglementaire :

- Code des investissements agricoles
- Fonds de Développement Agricole
- Loi sur l'eau ;

- Aspect technique :

- Savoir faire des entreprises et des institutions marocaines dans le domaine de l'irrigation

2.4.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en Dry land

Le cadre propice identifié pour la mise en place du système d'information d'irrigation est constitué par les aspects suivants :

- Aspect Institutionnel :

- compétence et expérience des Offices de Mise en Valeur Agricole (ORMVA) dans la gestion des

périmètres irrigués est démontrée ;

➤ Politique d'encouragement à l'adoption de bonnes pratiques agricoles.

- Aspect Réglementaire :

➤ Plan Maroc Vert;

➤ adoption de la loi régissant le mode de production biologique et signature du contrat programme entre le MAPM et l'AMABIO ;

- Aspect organisationnel :

➤ liens étroits et historiques de coopération fructueuse entre les partenaires pour la réalisation de projets antérieurs (IAV, ORMVA, Ministère) ;

➤ poursuite et renforcement des réformes structurales (immatriculation et enregistrement) ;

- Aspect culturel :

➤ sensibilisation des partenaires et de la population à la nécessité d'économie d'eau en irrigation;

➤ intégration effective de la femme rurale dans le processus de reconversion de l'agriculture conventionnelle vers une agriculture durable.

- Aspect financier :

➤ favorable grâce aux nombreuses incitations financières et investissements du Plan Maroc Vert ;

➤ renforcement des subventions agricoles et aides financières ;

- Aspect Technique :

➤ existence d'acquis technologiques et de savoir faire en matière de Recherche-Développement ;

➤ mise en œuvre de la Stratégie nationale de mécanisation agricole (SNMA) ;

➤ signature de contrats programmes relatifs au développement des céréales, cultures sucrières, production de semences certifiées, production laitière, des viandes rouges, oliviers, du palmier dattier entre le MAPM & les associations des producteurs ;

- Renforcement de capacité :

➤ expérience nationale et internationale éprouvée des membres de l'équipe proposée pour la mise en œuvre de cette technologie ;

➤ formation des agents vulgarisateurs, des agriculteurs et de la main d'œuvre agricole spécialisée ;

➤ programmes de formation sur les changements climatiques(CC) conçus et adaptés à la femme rurale.

- Recherche & Développement :

➤ promotion de la R&D sur les impacts du CC sur l'agriculture, sur les techniques d'adaptation et d'atténuation des émissions de GES par le secteur agricole.

- Sensibilisation :

➤ sensibilisation des partenaires aux effets des CC et à la nécessité de mettre en place des outils d'information pour aider à lever ces défis. Une des composantes stratégiques du système c'est la communication, celle ci sera largement facilitée ;

➤ promotion de l'emploi rural et valorisation des métiers de l'agriculture.

2.4.4. Semis Direct

- Aspect institutionnel :

➤ mise en œuvre de la stratégie nationale de l'agriculture (Plan Maroc Vert) qui insiste sur une agriculture durable et la stratégie nationale de mécanisation agricole qui ressort l'agriculture de conservation et l'encouragement de l'industrie agricole nationale comme des priorités ;

➤ charte nationale de l'environnement qui place la protection des ressources naturelles parmi ces objectifs prioritaires ;

- économie de l'énergie fossile (carburant) et le développement durable sont des priorités de la stratégie
- création d'entreprises performantes et structurées qui peut être assujettie à la législation de travail et aux éthiques du service professionnel et origine de création de l'emploi et de la richesse.

- Aspect réglementaire :

- Stratégie nationale de l'eau ;
- Charte Nationale de l'Environnement.

- Aspect organisationnel :

- l'agrégation des agriculteurs et leur encadrement à travers les conseillers agricoles publics et privés.

En effet, l'agrégation des agriculteurs, qui est une des principales dispositions préconisées par le PMV, pourrait être facilement implémentée autour d'entreprises de service comme agrégateurs particulièrement des petites et moyennes exploitations (5 à 20 ha) qui représentent 80 % des agriculteurs au Maroc.

- Aspect économique :

- Il est représenté par un coût de production faible et par conséquent par un coût raisonnable d'acquisition. Le coût du semoir est rentabilisé par l'économie que le Maroc fera en énergie, l'usure des tracteurs et d'autres matériels importés.
- l'amélioration de la productivité de l'eau et de la qualité des sols sont des retombés de la pratique du semis direct qui s'ajoutent à la réduction des risques de perte due aux mauvaises récoltes pendant les années de sécheresse.

- Aspect technique :

- les travaux de recherche et R&D menés par l'INRA depuis les années 80 ;
- la disponibilité d'une entreprise marocaine qui s'engage à se lancer dans la fabrication du semoir spécial mis au point par l'INRA et développer un prototype industriel dans le cadre de la collaboration entre les deux institutions constitue une garantie et un gage de réussite au développement du système de production à base de semis direct dans toutes les régions du Maroc.

2.4.5. Techniques d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du PMV

- Aspects Institutionnels :

- Agence pour le Développement Agricole en tant que maître d'œuvre du Plan Maroc Vert, en étroite coordination avec les Directions Régionales de l'Agriculture du MAPM chargées de la mise en œuvre de cette stratégie sur le terrain ;
- ADA est l'agence de coordination de tous les programmes d'appui au PMV financés par les bailleurs de fonds nationaux et internationaux ;

- Aspects Réglementaires :

- Contrats programmes de développement des filières de production signés entre l'Etat et les interprofessions concernées
- Plans Agricoles Régionaux et Contrats Agricoles Régionaux y afférents signés par l'ensemble des parties prenantes des régions
- Projets agricoles du Plan Maroc Vert;
- Manuel de procédure de formulation, de validation et de mise en œuvre de ces projets ;

- Aspects organisationnels :

- Existence d'un système rodé de formulation, de conception et de sélection des projets agricoles et de leur suivi évaluation (ADA /DRA/Organisations professionnelles de agriculteurs) ;

- Aspect financier :

- favorable grâce à l'accompagnement financier du budget de l'Etat aux projets du Pilier II du PMV ainsi que des bailleurs de fonds nationaux et internationaux ;
- Existence d'un système incitatif adéquat à travers le Fonds de Développement Agricole ;

- Aspect Technique :

- Disponibilité de projets agricoles structurés et élaborés dans le cadre d'une approche participative avec les bénéficiaires et servant comme vecteur efficace de transfert de ces technologies d'adaptation au changement climatique ;
- existence d'acquis technologiques et de savoir faire en matière de Recherche-Développement ;
- Développement des conseillers agricoles publics et privés permettant de renforcer l'encadrement rapproché des agriculteurs.

2.5 Plan d'action et idées de projets pour le secteur de l'Agriculture

Les différentes idées à projet du secteur de l'agriculture proposées par les parties prenantes sont synthétisées dans le tableau 14 ci-dessous. Les fiches de ces idées à projets font l'objet de l'annexe II. On dénombre sept idées à projets agricoles, avec des coûts prévisionnels unitaires variant entre 60 millions de DH (6.7 millions de dollars US) et 37 milliards de DH (4.1 milliards de dollars US). Le montant total de tous ces projets s'élève à environ 59 milliards de DH (soit environ 6.6 milliards de dollars US).

Tableau 14 : Liste des idées à projets du secteur de l'agriculture

Secteur	Num	Idée à projet	Porteur du projet	Coût Global	Echéancier
Agriculture	9	Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI).	MAPM/Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole	37 milliards de DH (4.1 milliards de dollars US)	2008 - 2020
Agriculture	10 A	Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre de Dar Akoubaa dans la province de Chefchaouen.	MAPM/Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole	60 Millions de DH. (6.7 millions de dollars US)	2011-2014
Agriculture	10 B	Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre du Ksob dans la province d'Essaouira	Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole	100 Millions de DH. (11 millions de dollars US)	2011 - 2014
Agriculture	10 C	Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre du	Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de	180 Millions de DH.	2011 - 2014

		Mharjat-Arjat dans la province de Tétouan	l'Espace Agricole	(20 millions de dollars US)	
Agriculture	11	Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dry land	Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV)	153 millions de DH (17 Millions de dollars US)	2013-2017
Agriculture	12	Développement et commercialisation des semoirs pour le Semis Direct au Maroc, à un prix abordable pour petits et moyens agriculteurs.	Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)	270 millions de DH (30 millions de dollars US).	2013-2020
Agriculture	13	Adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert	MAPM/ADA	21.3 milliards de DH (2,37 milliards de dollars US)	2008-2020

2.6. Sommaire

Une identification et une analyse assez approfondie des barrières au déploiement et à la diffusion des technologies d'adaptation retenues (dans les secteurs de l'eau et de l'agriculture) ont été effectuées. Des incitations et les cadres propices à la diffusion de ces technologies ont été identifiés et recommandés. Ils ont porté sur les technologies suivantes :

- Système d'irrigation localisée ;
- Equipement de nouveaux périmètres irrigués ;
- Développement d'un semoir semi-direct;
- Développement d'un système d'avertissement à l'irrigation et diffusion des bonnes pratiques ;
- Adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert ;
- Renforcement des capacités d'adaptation des agriculteurs et acteurs ruraux face au changement climatique par l'adoption de pratiques culturelles innovantes.

Les principales barrières identifiées concernent notamment :

- les coûts directs élevés d'acquisition, de mise en œuvre, de fonctionnement et de maintenance ;
- l'insuffisance des compétences nationales ;
- l'insuffisance de l'expérience et de l'expertise nationales ;
- l'insuffisance de coordination entre les parties prenantes ;
- l'insuffisance de libéralisation du secteur de l'énergie ;
- l'insuffisance de fabrication au niveau local ;
- l'insuffisance d'organisation des utilisateurs ;
- l'insuffisance de la recherche académique ;

- l'insuffisance de la collaboration entre les industries et les institutions de formation et de R&D ;
- l'insuffisance de l'intérêt des médias ;
- l'insuffisance de sensibilisation du grand public à la technologie.

Les principales mesures d'incitation recommandées concernent notamment :

- le développement d'outils réglementaires incitatifs ;
- la facilitation du financement des investissements et le soutien financier de l'Etat ;
- l'assouplissement de procédures d'import des technologies économes d'eau ;
- l'amélioration de la coordination entre les ministères concernés et les parties prenantes ;
- le renforcement des capacités, notamment par la formation des techniciens spécialisés et des usagers ;
- l'organisation des usagers, notamment dans le cadre d'associations et/ou de fédérations professionnelles ;
- le renforcement des compétences des agences d'exécution.
- l'encouragement de la recherche-développement ;
- le renforcement de la sensibilisation et de l'information du grand public ;
- l'organisation de la profession agricole et la mise à niveau des sociétés privées.

Les principaux cadres propices identifiés sont constitués par :

- la Charte Nationale de l'Environnement ;
- la Stratégie Nationale de l'Eau ;
- le Plan Maroc Vert ;
- la loi sur l'Eau 10/95 ;
- le Plan National de Lutte Contre les Changements Climatiques ;
- le Code des Investissements Agricoles ;
- le Fonds de Développement Agricole ;
- les Communications Nationales du Maroc sur les Changements Climatiques (CNI et SCN);
- la subvention par l'Etat des technologies respectueuses du climat en agriculture ;
- le savoir faire national ;
- le patrimoine culturel et historique de la société marocaine dans le domaine de la maîtrise et de l'économie d'eau ;
- l'effort effectué par l'Etat pour la sensibilisation du grand public à l'économie de l'eau ;
- l'encouragement par l'Etat de la recherche scientifique, notamment dans les secteurs prioritaires du pays (dont font partie l'eau et l'agriculture).

Annexes

Annexe 1 : **Prospectus Technologiques**

1. Secteur de l'Eau

1.1. Sous-Secteur de la mobilisation et de la gestion des ressources en eau

1.1.1. Collecte des eaux pluviales

Description :

Cette technologie consiste à récupérer l'eau de pluie sur les toitures de maison et son transport par des gouttières et autres canalisations jusqu'à des réservoirs ou des cuves de où elle est stockée.

Globalement, le système de collecte des eaux pluviales comprend (Fig. 12):

- un moyen de collecte (généralement le toit des maisons et immeubles) ;
- un moyen de transport de l'eau : gouttières, tuyaux de descente d'eaux et tuyauterie ;
- un dispositif de filtration ou de décantation de l'eau ;
- un réservoir de stockage ou une cuve eau de pluie ;
- un système pour distribuer l'eau collectée.

La récupération des eaux de pluie peut avoir :

➤ des utilisations non comestibles :

- arrosage des plantes, pelouses (principalement l'été en période de restriction d'eau), lavage des voitures, alimentation des piscines ;
- alimentation des toilettes, des machines à laver ;
- nettoyages divers (sols, extérieur...) ;
- alimentation d'un « jardin pluvial » épurant l'eau avant de l'infiltrer vers la nappe ;
-

➤ des utilisations comestibles :

- douches, bains ;
- lave-vaisselle ;
-

Dans une habitation, pour des raisons de sécurité sanitaire, l'eau de pluie et l'eau de ville (fournie par les services de la ville) doivent circuler dans deux réseaux différents et donc disposant d'un système de séparation pour éviter toute pénétration de l'eau de pluie dans le réseau d'eau de ville.

Le projet proposé par le SEEE consiste en la réalisation d'un programme national de collecte des eaux pluviales, utilisant des techniques aussi bien traditionnelles que modernes.





Figure 12 : Systèmes de collecte des eaux pluviales

Justification :

La stratégie nationale de l'eau a placé les collectes des eaux pluviales parmi les axes principaux de gestion et de développement de l'offre, volet de la mobilisation des ressources en eau non conventionnelle.

Cette technologie a l'avantage de permettre une économie de l'eau conventionnelle (barrages, nappes phréatiques, ...), la mobilisation de nouvelles ressources (non conventionnelles), la baisse de la surexploitation des nappes et le développement socio-économique du milieu rural.

Acteurs concernés :

Les principaux acteurs et partenaires concernés par le projet sont :

- Le Secrétariat d'Etat Chargé de l'Eau et de l'Environnement ;
- Partenaires : Ministères de l'Intérieur, de l'Urbanisme, de l'Agriculture et le Haut Commissariat d'Etat Chargé des Eaux et des Forêts.

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
○	Recherche & Développement
●	Démonstration/Pilote
●	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
○	Moyen
●	Fort

Références :

- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2008;
- ✓ Atelier sur le captage et l'utilisation des eaux pluviales. Agadir. 2011. SEEE. GTZ.
- ✓ Rainwater harvesting: a lifeline for human well-being. UNEP. 2009.
- ✓ Guide pratique pour la récupération des eaux pluviales au Maroc. Hassan Keddal. 2007.
- ✓ Récupération des eaux pluviales : Etat des lieux des pratiques en France. Office International de l'Eau. Politech Montpellier ;
- ✓ Targa-aide. Guide Pratique pour la récupération des Eaux pluviales au Maroc. Janvier 2008.

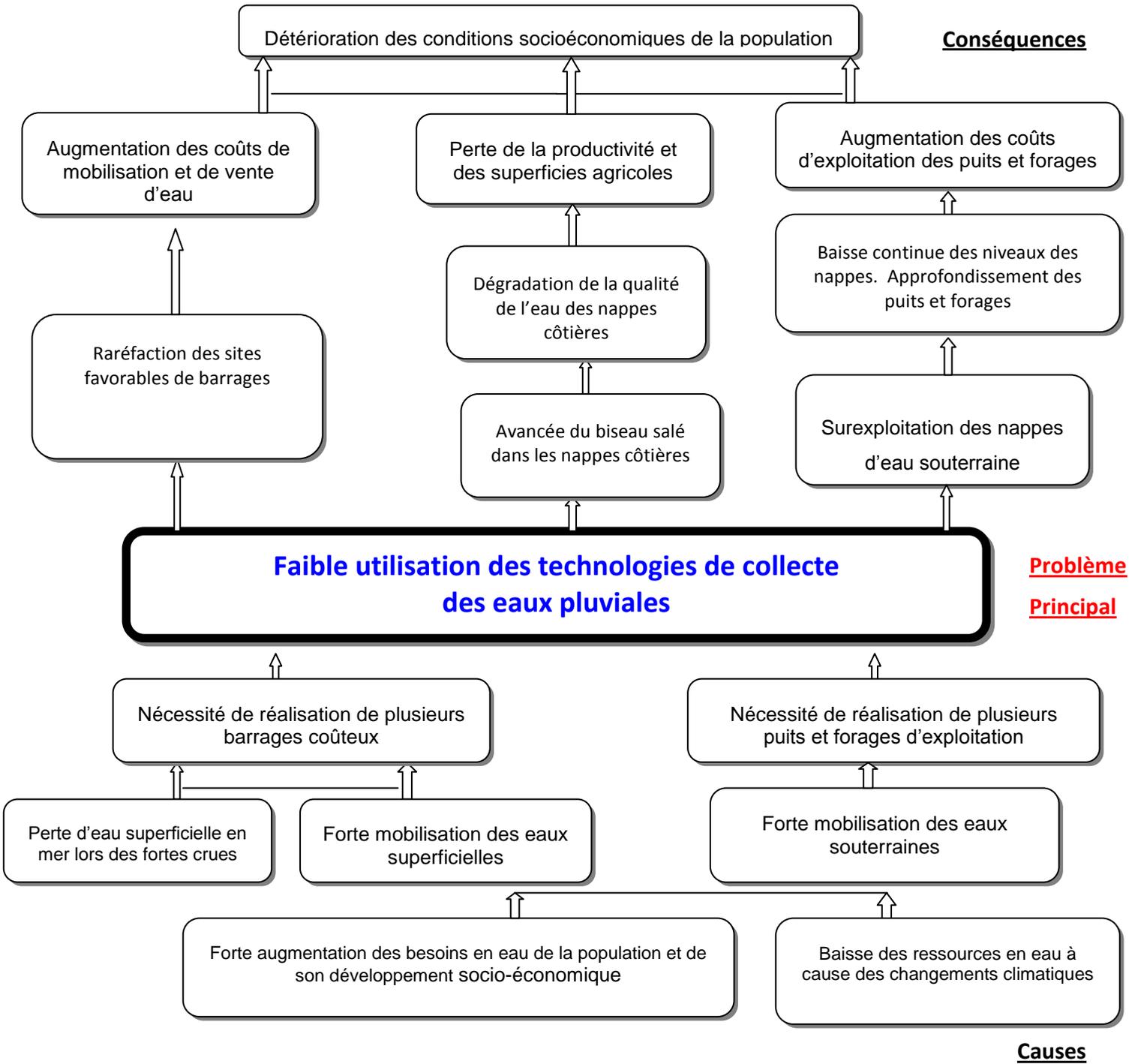


Figure 13 : Arbre à problèmes de la technologie de collecte des eaux pluviales

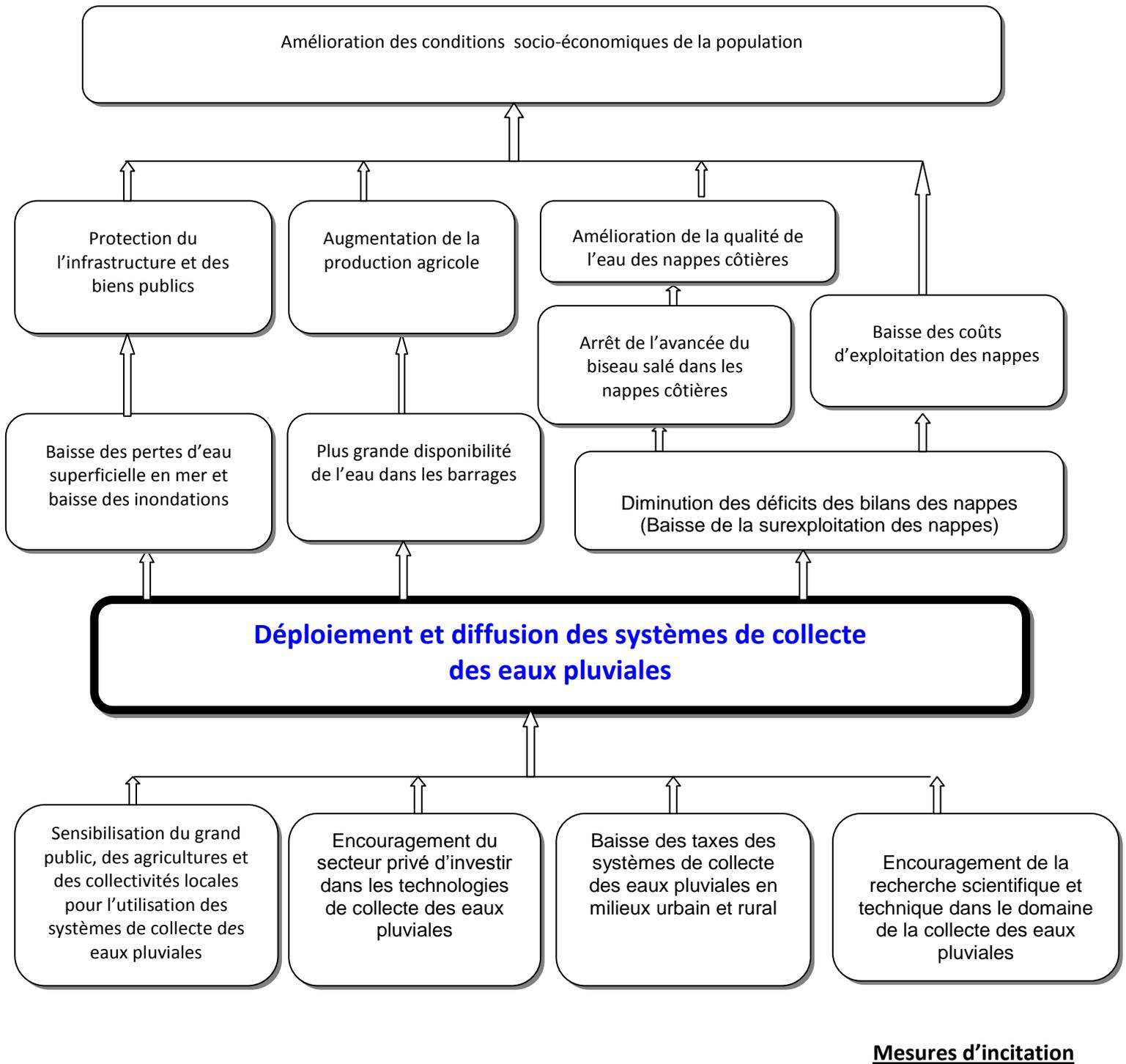


Figure 14 : Arbre à solutions des technologies de collecte des eaux pluviales

1.1.2. Modernisation du système d'annonce et d'alerte aux crues au niveau national.

Description :

Les phénomènes climatiques extrêmes (vagues de chaleur et de froid, fortes précipitations....) constituent des conséquences du changement climatique. Le Maroc a connu plusieurs inondations ces dernières décennies, dont certaines ont causé des pertes très importantes (dans plusieurs villes et aussi en milieu rural) aussi bien matérielles qu'humaines.

La prévention de ces inondations permet de :

- limiter les conséquences désastreuses qu'elles peuvent avoir ;
- anticiper la connaissance de la genèse des crues ;
- prévenir les risques d'inondations ;
- faire une gestion optimale des retenues des barrages.

Cette prévention devra être basée sur un ensemble de mesures de paramètres climatiques (pluie, température, évaporation...) et hydrologiques (débits des cours d'eau, hauteur d'eau dans des stations de jaugeage....) effectuées dans les bassins les plus vulnérables aux risques d'inondation.

Le système d'annonce et d'alerte aux crues est constitué par (Fig. 15):

- le renforcement du réseau d'observation hydro-climatique au sol et en altitude ainsi que des moyens de la télédétection (radar, satellite, foudre) ;
- l'équipement des bassins vulnérables au risque d'inondation par des systèmes de télémessure hydrologique et d'annonce de crues (radar, satellite, foudre) adaptés (à chaque bassin) ;
- l'équipement des ABHs par du matériel et des logiciels de modélisation numériques de prévision à très courte échéance et à très haute résolution ;
- l'équipement des services centraux du SEEE par du matériel permettant la consolidation et la gestion intégrée des données d'annonce de crues au niveau national.

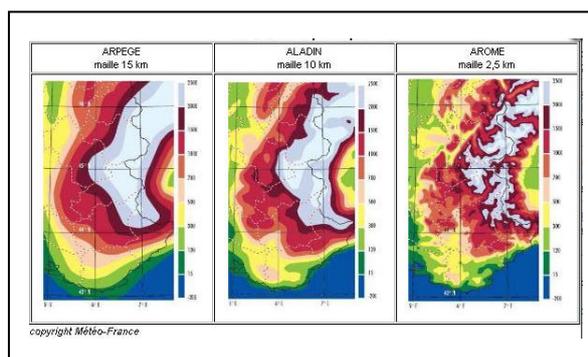


Figure 15 : Système d'annonce et d'alerte aux crues au niveau national

Justification :

Le Plan National de Protection contre les Inondations a identifié 391 sites soumis à des risques d'inondation, dont 25 % (soit 98 sites) sont soumis à des risques très forts.

Le quatrième axe de la stratégie nationale de l'eau a pour objectifs de réduire la vulnérabilité aux risques liés à l'eau et l'adaptation au changement climatique. L'amélioration de la protection des biens et des personnes contre les inondations constitue une des actions principales de cet axe. Il a pour objectifs de :

- achever les actions retenues dans le Plan National de protection contre les Inondations : objectif de 20 sites protégés par an ;
- intégrer le risque d'inondations dans les plans d'aménagement du territoire, les plans d'urbanisme et le plan d'aménagement des bassins versants ;
- développer la prévision et l'alerte des crues et des plans de secours.

Acteurs concernés :

- SEEE ;
- Agences des Bassins Hydrauliques.

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
<input type="radio"/>	Recherche & Développement
<input checked="" type="radio"/>	Démonstration/Pilote
<input type="radio"/>	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
<input type="radio"/>	Faible
<input checked="" type="radio"/>	Moyen
<input checked="" type="radio"/>	Fort

Références :

- ✓ Seconde Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. 2010 ;
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2009;
- ✓ Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique. 2009.

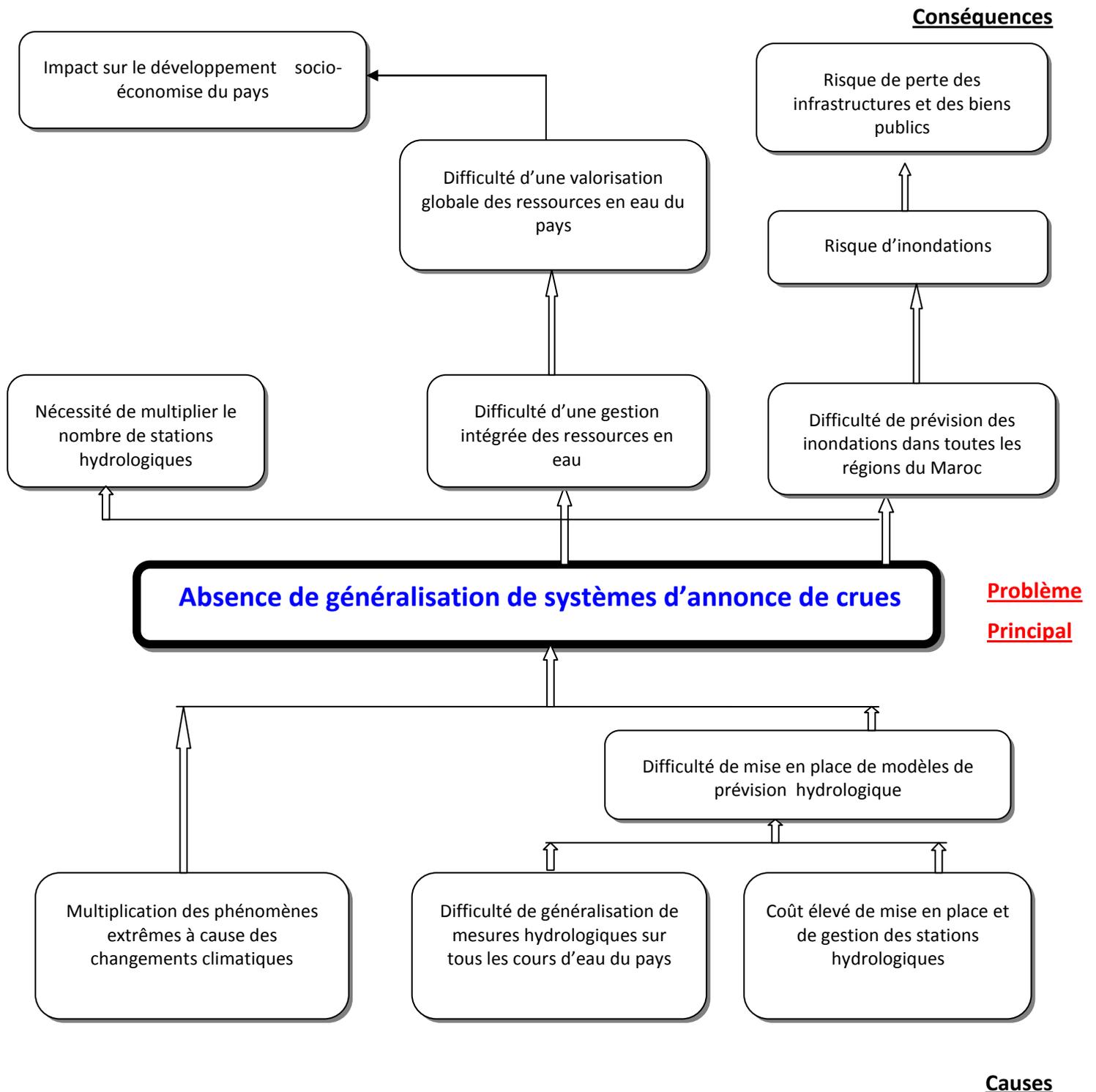
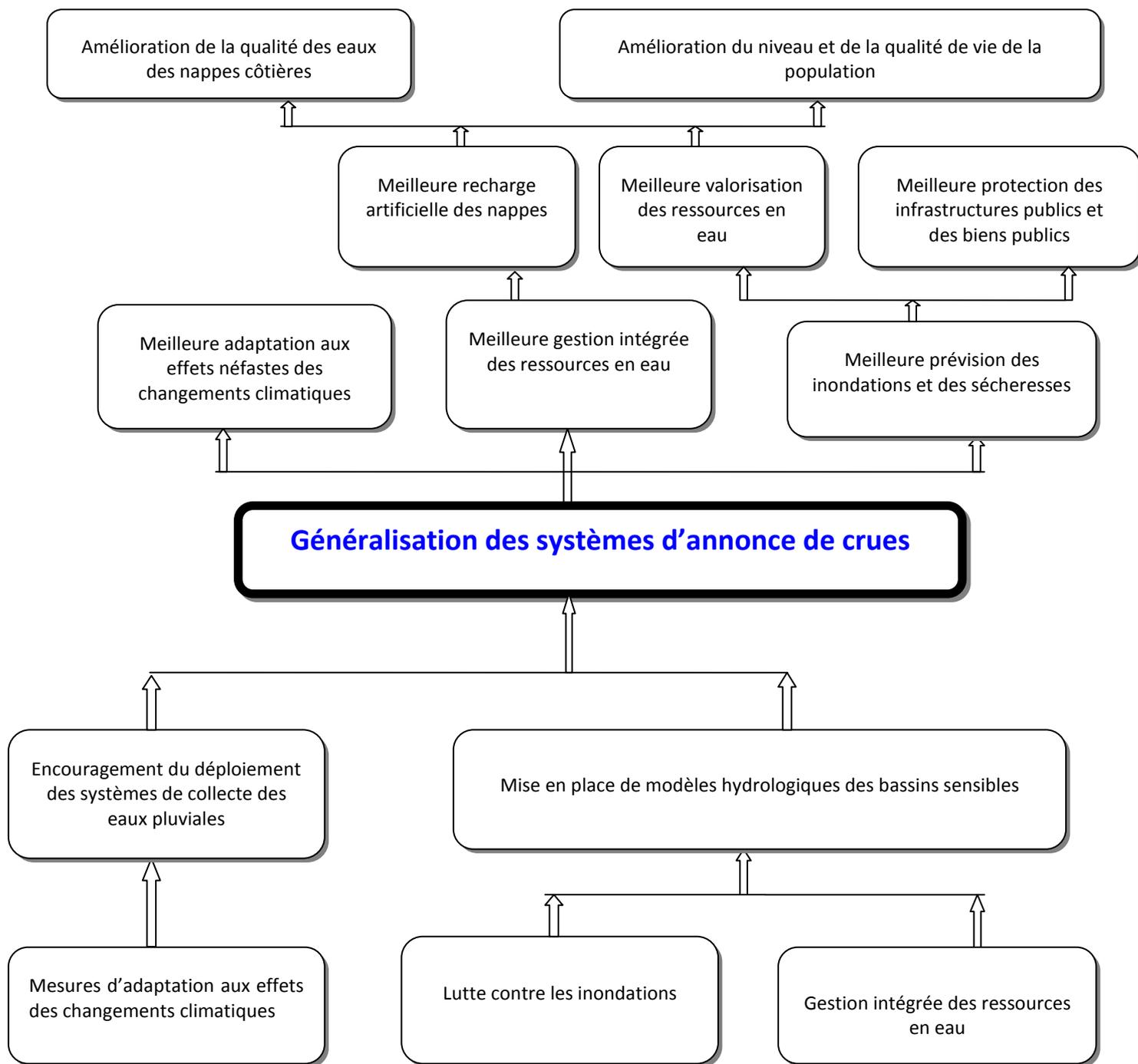


Figure 16 : Arbre à problèmes des systèmes d'annonce de crues

Effets



Mesures d'incitation

Figure 17 : Arbre à solutions des systèmes d'annonce de crues

1.1.3. Barrage gonflable pour la lutte contre l'envasement des retenues des barrages

Description :

Cette technologie consiste à réaliser un barrage gonflable (du type "Rubber Tube Dam"), constitué d'une membrane en caoutchouc renforcé, accrochée par une ligne d'ancrage sur un massif en béton. Cette membrane est gonflée à l'air ou à l'eau (Fig. 18).

Justification :

Cette solution présente l'avantage de :

- mise en place rapide ;
- utilisation de matériaux conventionnels ;
- ne pas nécessiter de superstructure importante ;
- permettre une bonne capacité de régulation ;
- lutter contre l'envasement des retenues de barrages ;
- ne pas utiliser de fluide polluant (uniquement de l'air comprimé) ;
- nécessiter une maintenance réduite.



Figure 18: Barrages gonflables

Acteurs concernés :

- SEEE/DAH ;
- ABH Moulouya ;
- Partenaire : Commune Rurale de Skoura.

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
○	Recherche & Développement
●	Démonstration/Pilote
○	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
○	Moyen
●	Fort

Références :

Cette technologie est pratiquée dans le monde (Canada, France, ...), elle est reconnue par les normes et standards internationaux (AFNOR, ASTM, ISO ...)

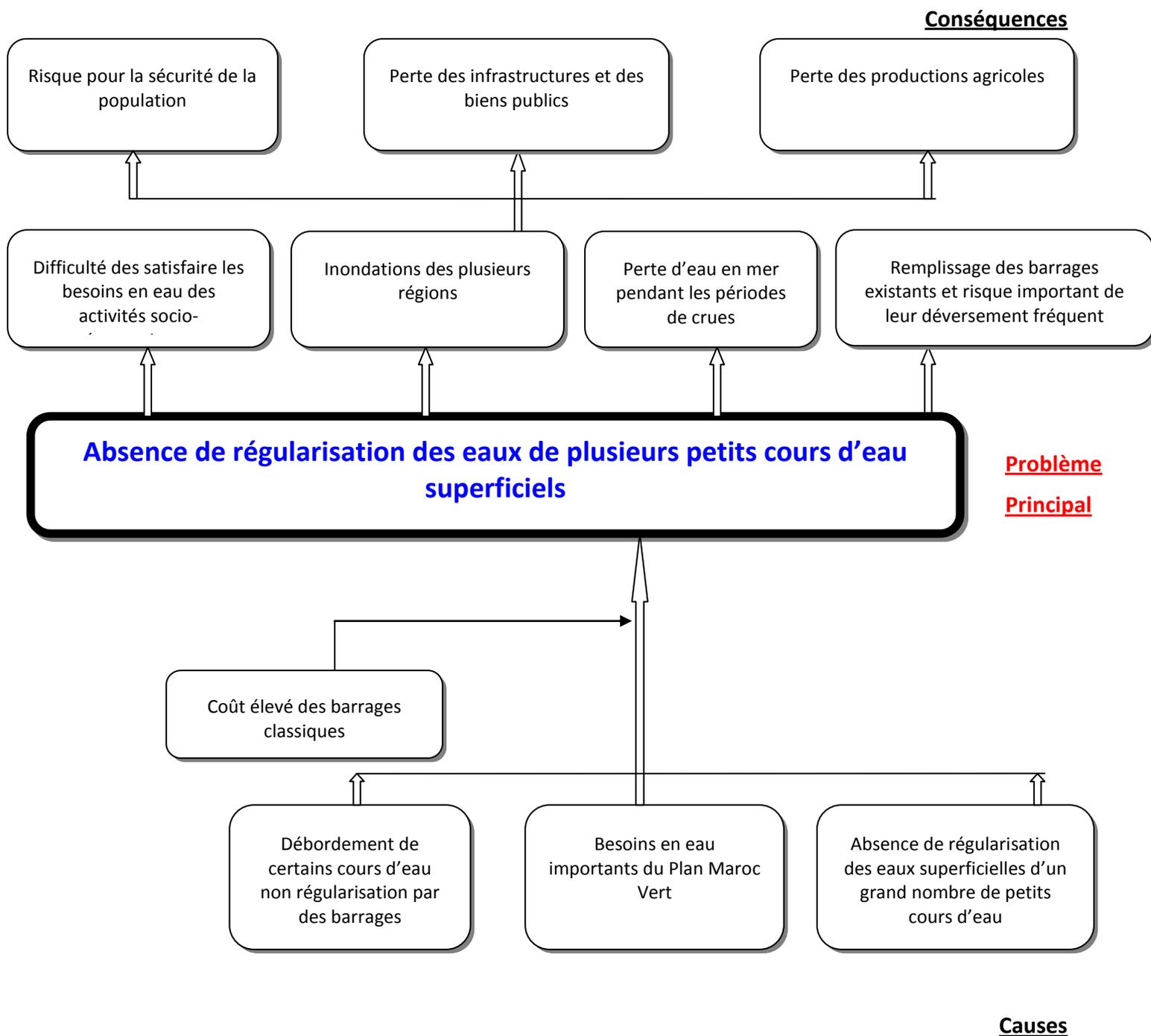


Figure 19 : Arbre à problèmes des barrages gonflables

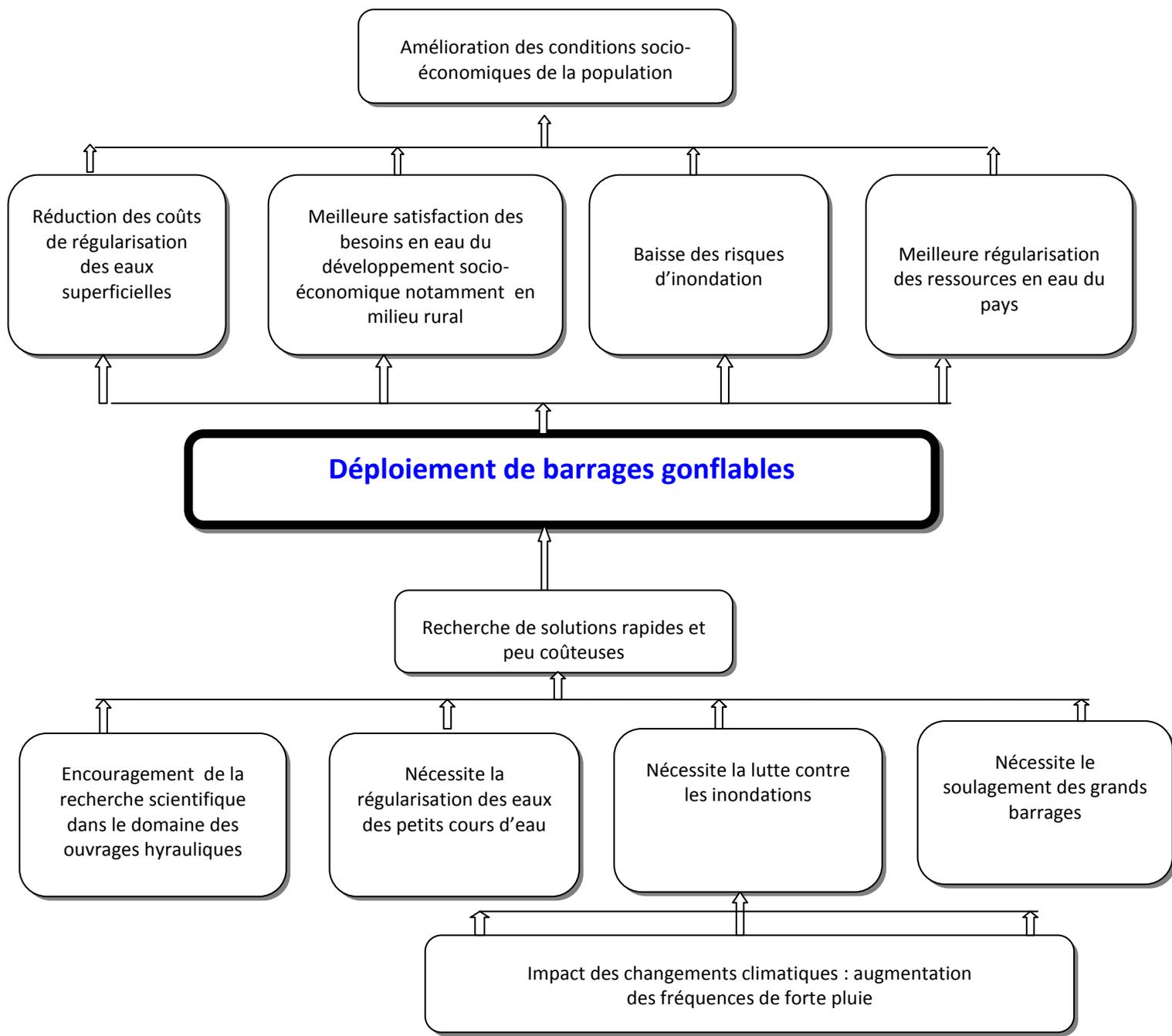


Figure 20 : Arbre à solutions des barrages gonflables

1.1.4. Recharge artificielle des nappes

Description:

La recharge artificielle des nappes est un procédé permettant de stocker dans le sous-sol de grands volumes d'eau excédentaire d'origines diverses (eaux superficielles des cours d'eau, eau des barrages, eau de pluie récupérée, eau usée épurée, etc) pour qu'elle soit prélevée et utilisée pendant les périodes déficitaires (sécheresses prolongées).

Plusieurs dispositifs de RAN (Fig. 21) sont utilisés dans le monde, chacun est adapté à un contexte hydrogéologique et climatique particulier (nappe superficielle, nappe profonde, nappe côtière, nappe en milieu poreux, nappe en milieu fissuré, etc).

Ces dispositifs peuvent être des :

- bassins d'infiltration (de plusieurs hectares);
- tranchées d'infiltration (de quelques kilomètres de longueur) ;
- seuils (petits barrages) à travers des lits des cours d'eau, permettant de freiner l'écoulement de l'eau (1 à 3 m de hauteurs et favoriser l'infiltration) ;
- puits ;
- forages ;
- Khéttaras ;
- etc.

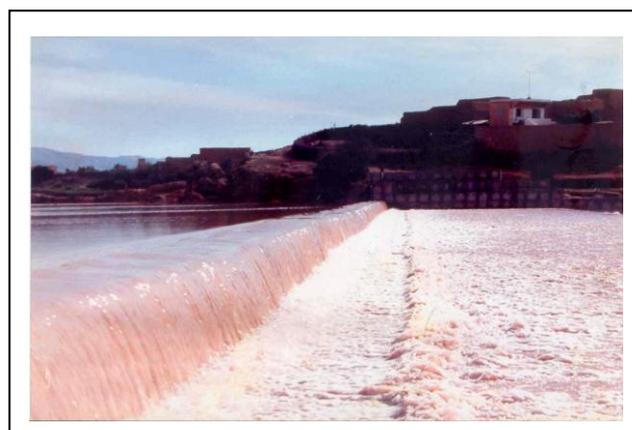


Figure 21 : Dispositifs de recharge artificielle des nappes

Justification :

Le troisième axe de la stratégie nationale de l'eau, a pour objectifs la préservation et la protection des ressources en eau. La recharge artificielle des nappes constitue une des actions principales de cet axe, avec un objectif de stockage de 180 Mm³/an.

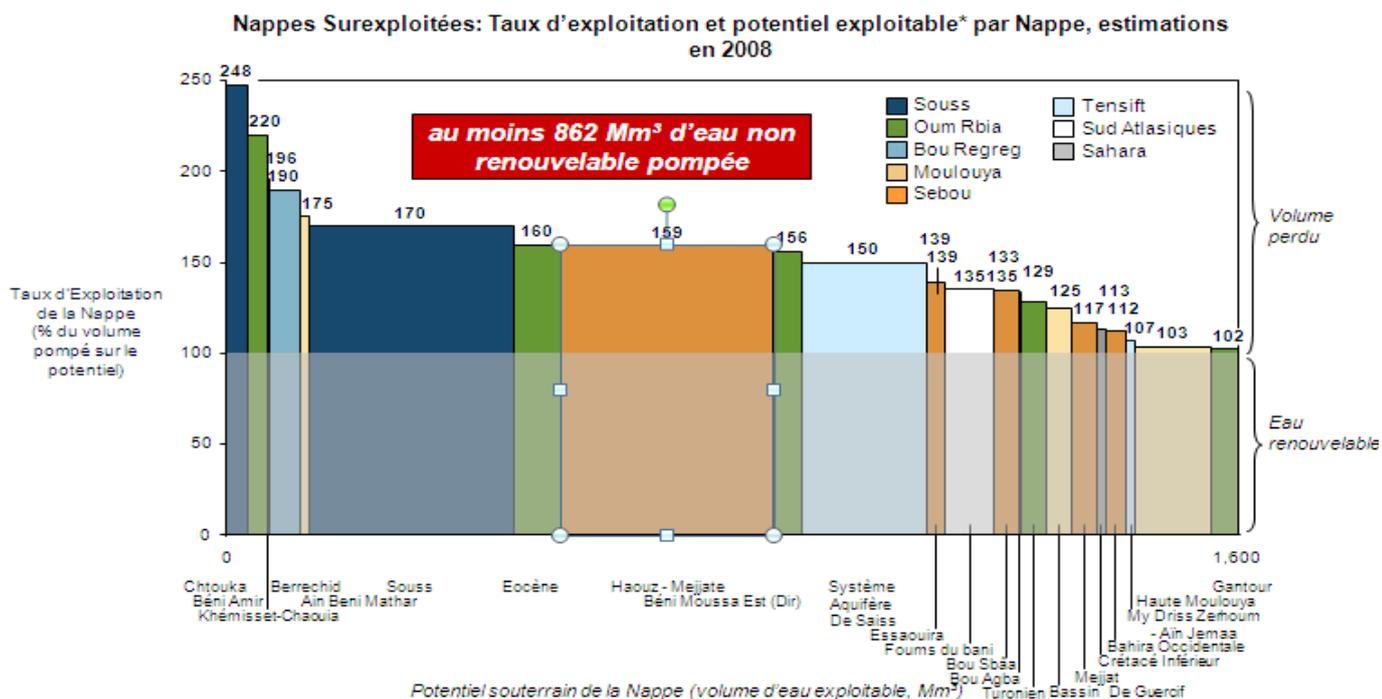


Figure 22: Taux de surexploitation des nappes du Maroc

Cette technique permet de :

- reconstituer les réserves des nappes surexploitées connaissant des baisses importantes de leurs niveaux. Ex. Souss (plus de 24 m de baisse), Saïss profond (plus de 64 m de baisse), Haouz (plus de 18 m de baisse, etc) ;
- éviter la perte d'eau par évaporation dans les retenues de barrages et les lacs d'eau, notamment dans les zones semi-arides et arides (constituant une grande partie du territoire national);
- maintenir ou soutenir le débit des cours d'eau et le niveau des lacs naturels;
- lutter contre les risques d'inondation, en vidant partiellement (ou totalement) les retenues des barrages situées en amont des zones inondables ;
- améliorer la qualité de l'eau des nappes saumâtres en la mélangeant avec l'eau moins minéralisée ;
- donner une minéralisation à une eau de pluie peu minéralisée et la rendre plus adaptée à l'AEP;
- épurer les eaux usées ;
- lutter contre l'invasion des nappes côtières par les eaux marines (phénomène du biseau salé) ;
- etc.

Acteurs concernés :

- SEEE ;
- ABHs ;
- Partenaires : Institutions universitaires.

Maturité de la technologie :

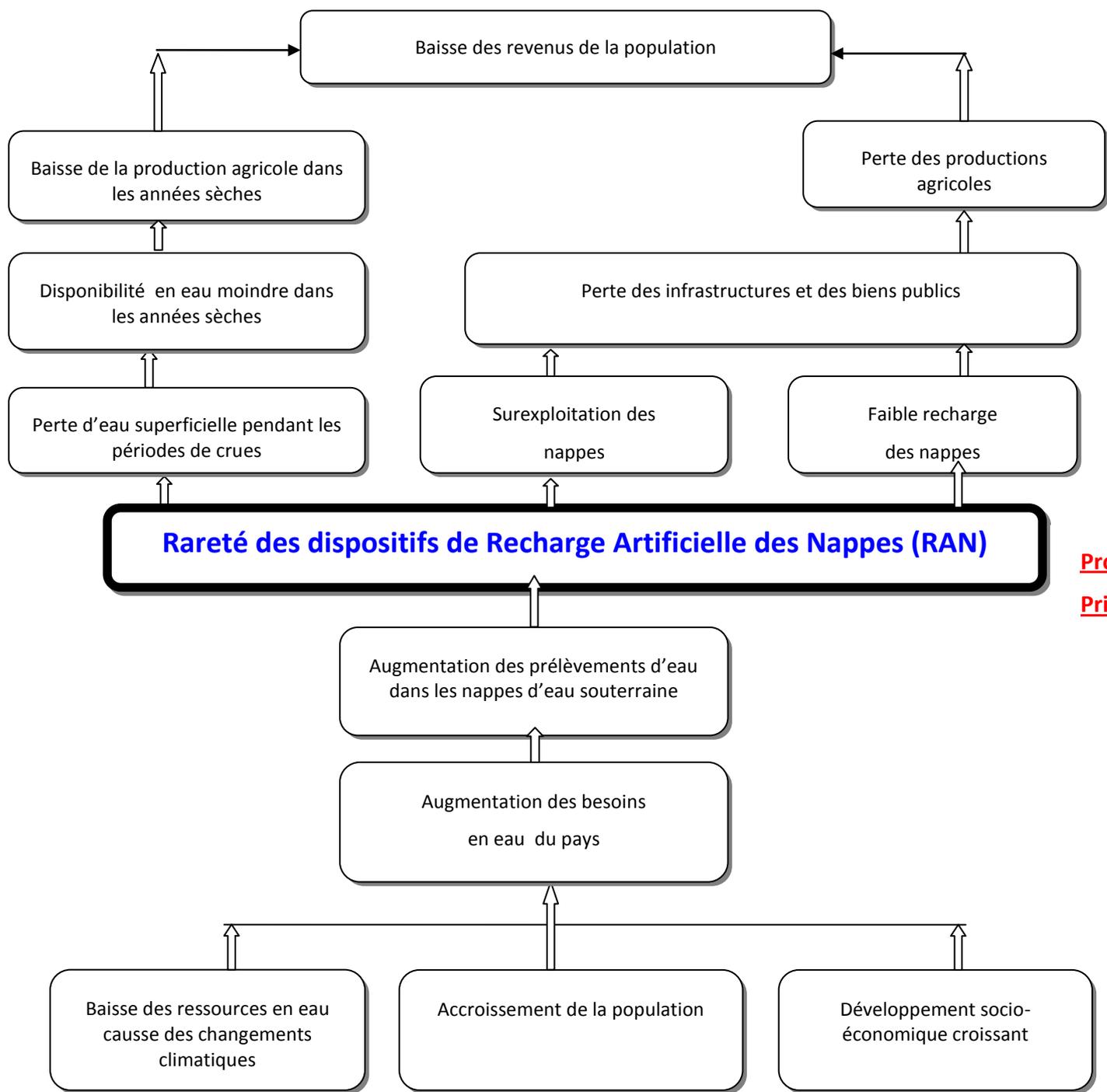
Maturité de la Technologie	
●	Recherche & Développement
●	Démonstration/Pilote
○	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
●	Moyen
●	Fort

Références :

- ✓ Guide Méthodologique de la Recharge Artificielle des Nappes (RAN). Projet de recherche SEEE/EHTP. Mohamed Sinan. EHTP (2011).
- ✓ Inventaire international des aménagements d’Alimentation Artificielle. Dépouillement et Synthèse. Hydrological Sciences Journal L. Bourguet. BURGEAP (2010) ;
- ✓ Synthèse des expériences de la Réalimentation artificielle des aquifères en France. BRGM (2008).
- ✓ Guide de la RAN de l’Inde (2000);
- ✓ Gestion active des aquifères. M. Detay. Ed. Masson (1977) ;
- ✓ l’Alimentation Artificielle des Nappes Souterraines. J. Bize, L. Bourguet, J. Lemoine. Ed. Masson (1972) ;
- ✓ Plusieurs publications internationales.



Problème Principal

Figure 23: Arbre à problèmes de la recharge artificielle des nappes

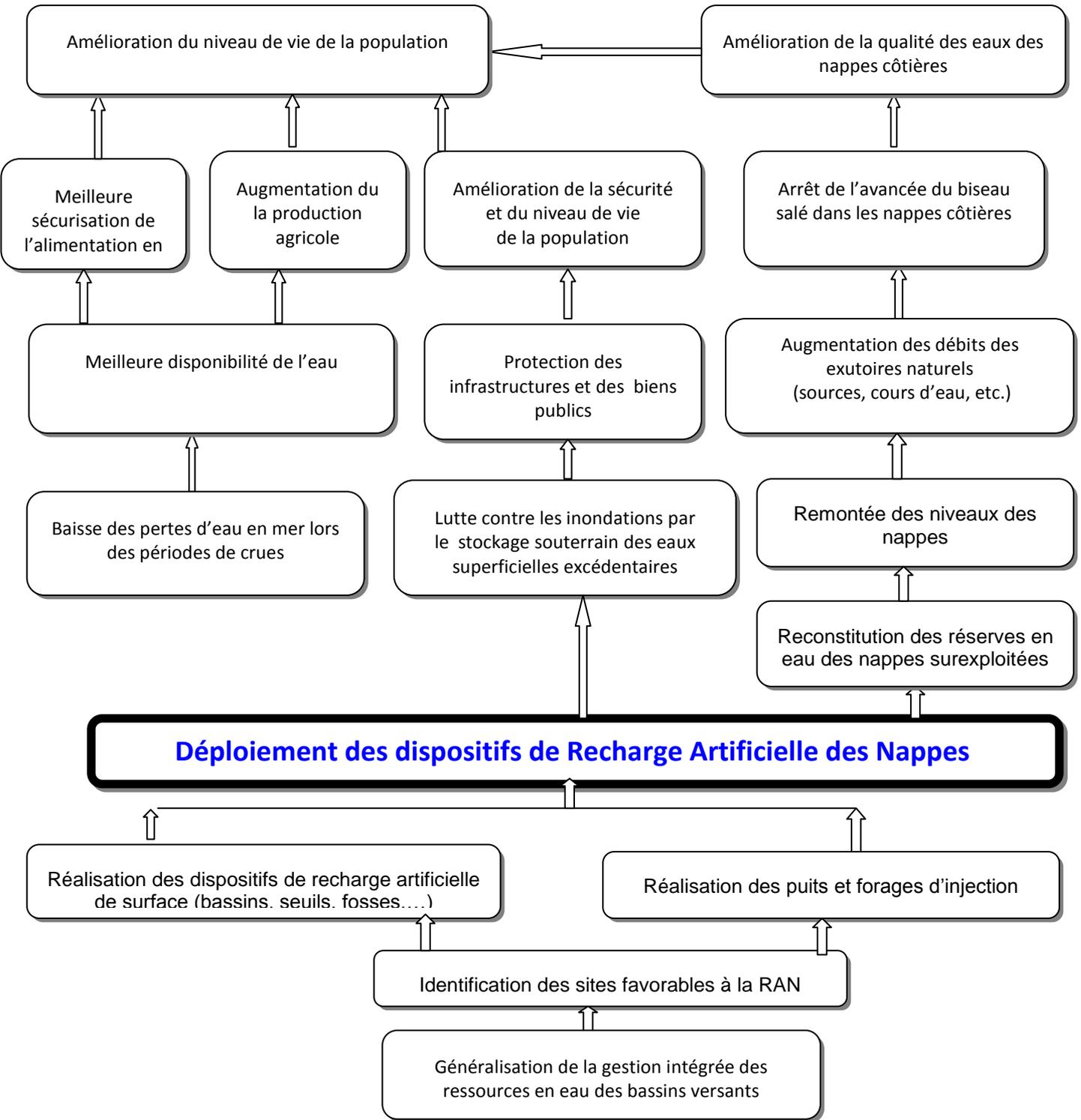


Figure 24: Arbre à solutions de la recharge artificielle des nappes

1.2. Sous-Secteur de l'Eau Potable

1.2.1. Dessalement de l'eau de mer pour la production de l'eau potable.

Description :

Le dessalement est une technologie éprouvée, basée sur la séparation du sel et de l'eau par des membranes semi-perméables par utilisation d'une haute pression qui oblige l'eau à traverser ladite membrane. Pour assurer le rendement le plus élevé du système, l'eau à traiter doit subir un prétraitement destiné à éliminer les matières en suspension pouvant être à l'origine du colmatage de ces membranes et donc à la chute de débit. L'eau produite étant débarrassée de sels doit subir une légère re-minéralisation pour la ramener à son équilibre calco-carbonique.

L'osmose inverse est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression (54 à 80 bar pour le traitement de l'eau de mer). Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phase. Les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laissent pas passer les particules, les sels dissous et les molécules organiques dont la taille dépasse $10^{-7} \mu\text{m}$ (Fig. 25).

L'énergie requise par l'osmose inverse est d'origine électrique, consommée principalement par les pompes de haute pression.

La teneur en sels de l'eau osmosée est de l'ordre de 0,5 g/l.

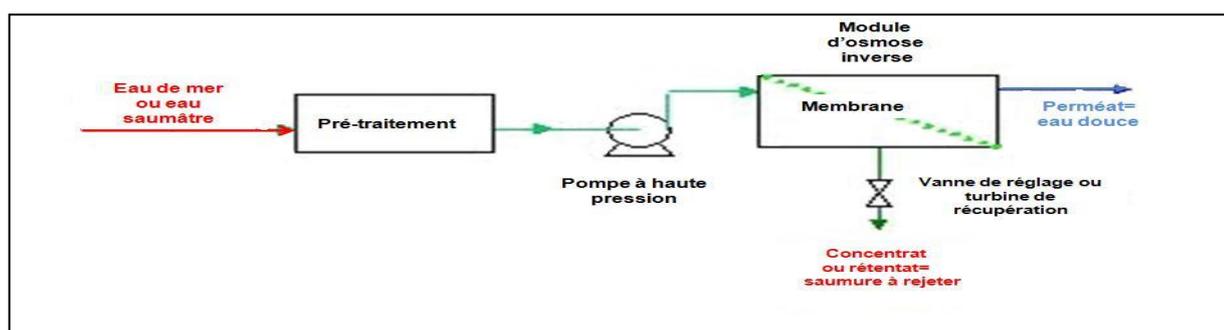


Figure 25: Principe de l'osmose inverse et exemples de membranes semi-perméables



Figure 26: Stations de dessalement au Maroc

Justification

La stratégie nationale de l'eau a placé le dessalement et la déminéralisation des eaux saumâtres parmi les actions principales de l'axe de la gestion et du développement de l'offre. Les besoins en eau dessalée sont évalués à 400 Mm³/an.

Acteurs concernés :

- ONEP.

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
<input type="radio"/>	Recherche & Développement
<input type="radio"/>	Démonstration/Pilote
<input checked="" type="radio"/>	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
<input type="radio"/>	Faible
<input type="radio"/>	Moyen
<input checked="" type="radio"/>	Fort

Références :

- ✓ Seconde Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. 2010 ;
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2009;
- ✓ Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique. 2009 ;
- ✓ Communication Nationale Initiale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. 2010.

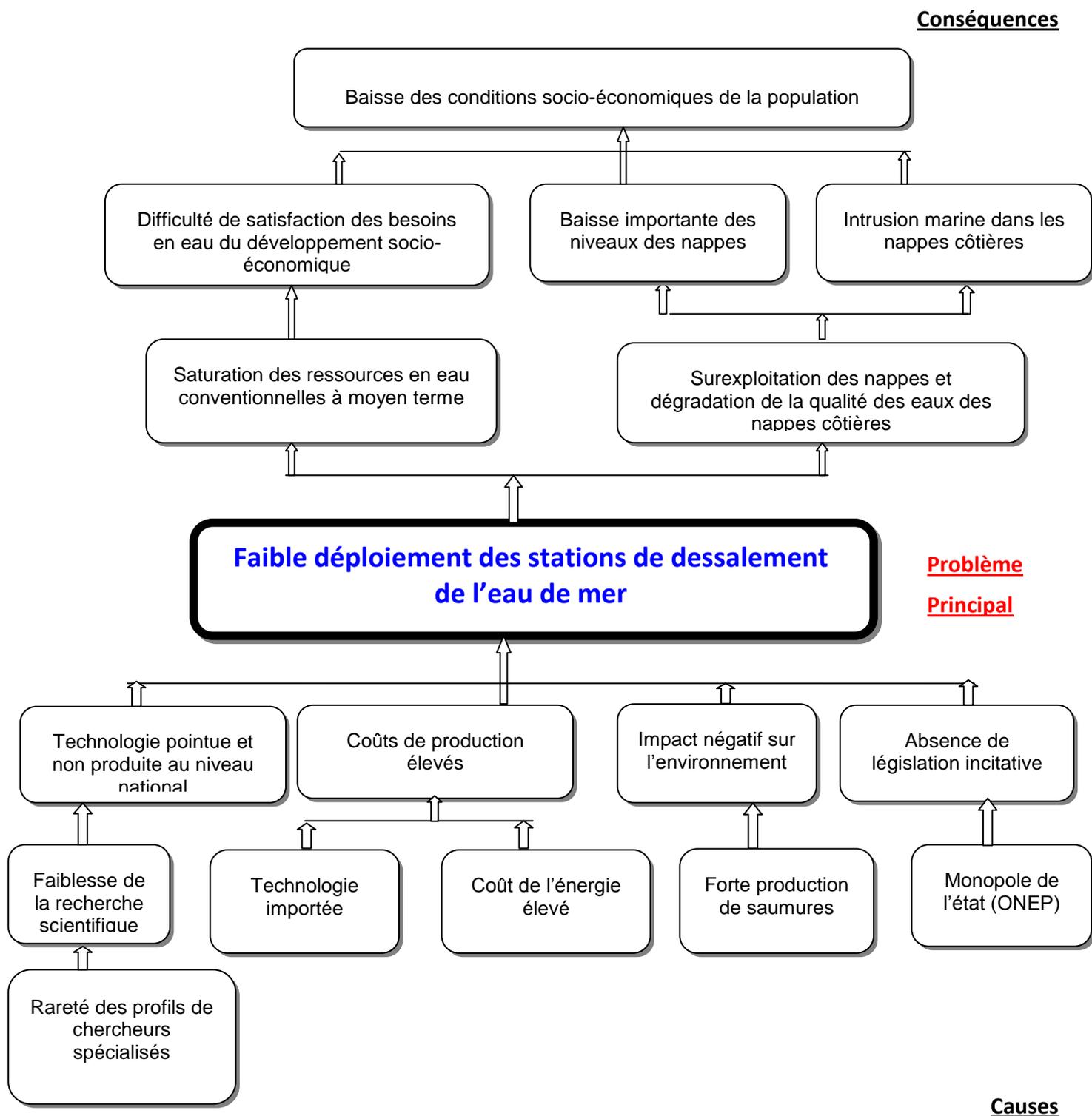


Figure 27: Arbre à problèmes de la technologie du dessalement

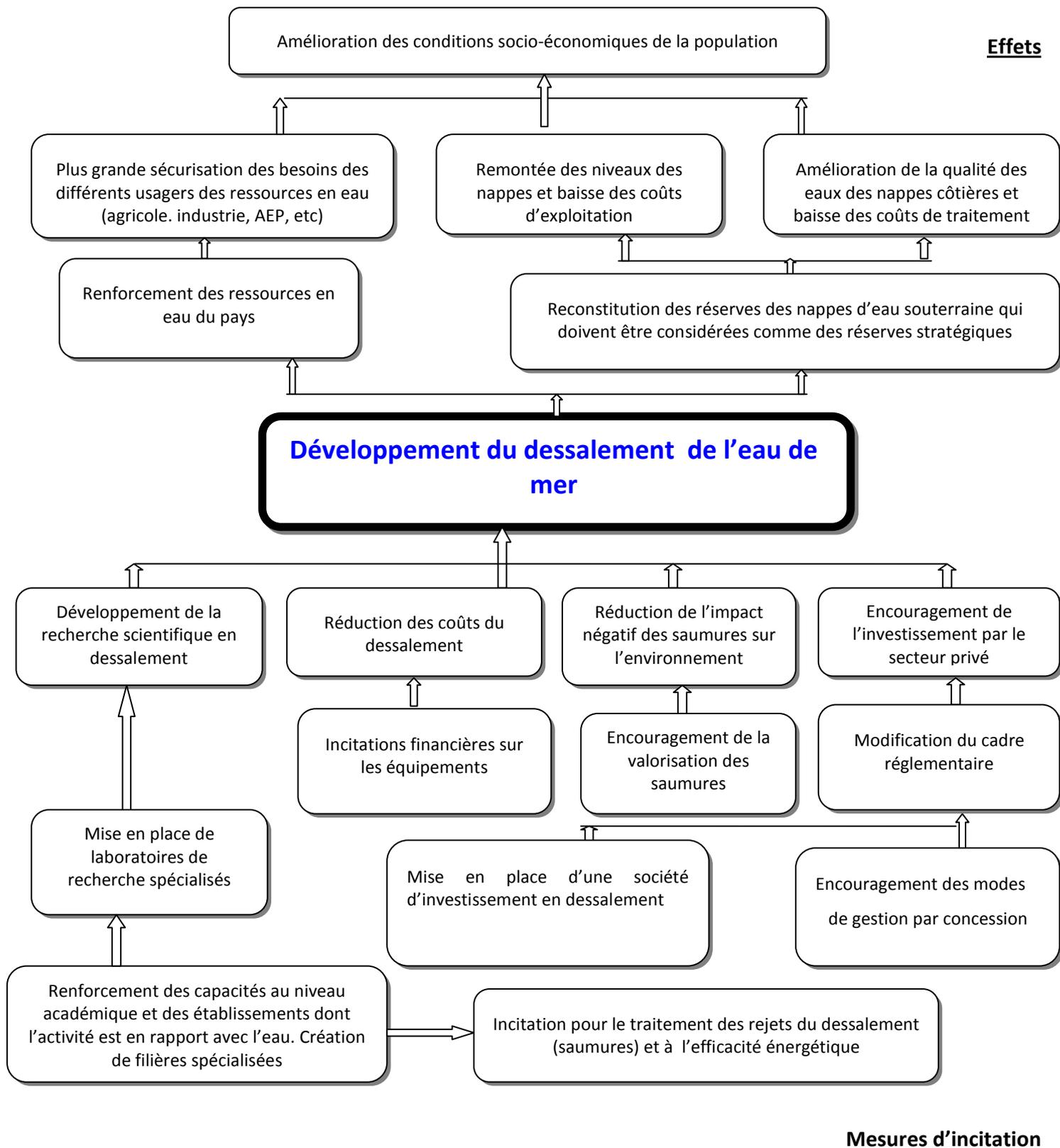


Figure 28 : Arbre à solutions de la technologie du dessalement

1.2.2.Élimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement tout en intégrant le volet de l'impact des changements climatiques

Description

Ces technologies ont pour but d'éliminer les cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement d'eau potable, tout en intégrant le volet de l'impact des changements climatiques sur la prolifération de ces bactéries.

Les travaux à réaliser sont :

- compiler les données historiques sur l'occurrence des cyanobactéries et cyanotoxines au Maroc et dans la région méditerranéenne ;
- définir des scénarios d'occurrence des cyanobactéries dans la perspective des changements climatiques ;
- réaliser une analyse critique des données scientifiques portant sur l'élimination des cyanobactéries et leur réduction par les procédés de traitement utilisés en eau potable au Maroc ;
- évaluer la vulnérabilité des installations de production de l'eau potable (eau de surface) existantes de l'ONEP à une augmentation des épisodes de prolifération de cyanobactéries toxiques.

Justification

Les changements climatiques constituent un des facteurs à considérer au regard de la prolifération des cyanobactéries toxiques. L'ONEP dispose d'une base de données importante sur les phytoplanctons (y compris les cyanobactéries) dans les eaux de retenues de barrages utilisées pour la production d'eau potable au Maroc qui remonte aux années 1980.

Cependant, les travaux sur les toxines algales et leur impact sur la capacité de traitement des stations de production d'eau potable (selon la dynamique des proliférations de cyanobactéries et particulièrement les périodes à risque pour ce type d'événements) sont relativement récents (début des années 2000).

Acteurs concernés :

- ONEP/DGEP.

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
●	Recherche & Développement
○	Démonstration/Pilote
○	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
○	Moyen
●	Fort

Références :

- www.ihqeds.ulaval.ca/fileadmin/fichier;
- [gaiapresse.ca/documents/INRS_doc1.pdf ;](http://gaiapresse.ca/documents/INRS_doc1.pdf)
- www.cite-sciences.fr/francais/ala_cit...

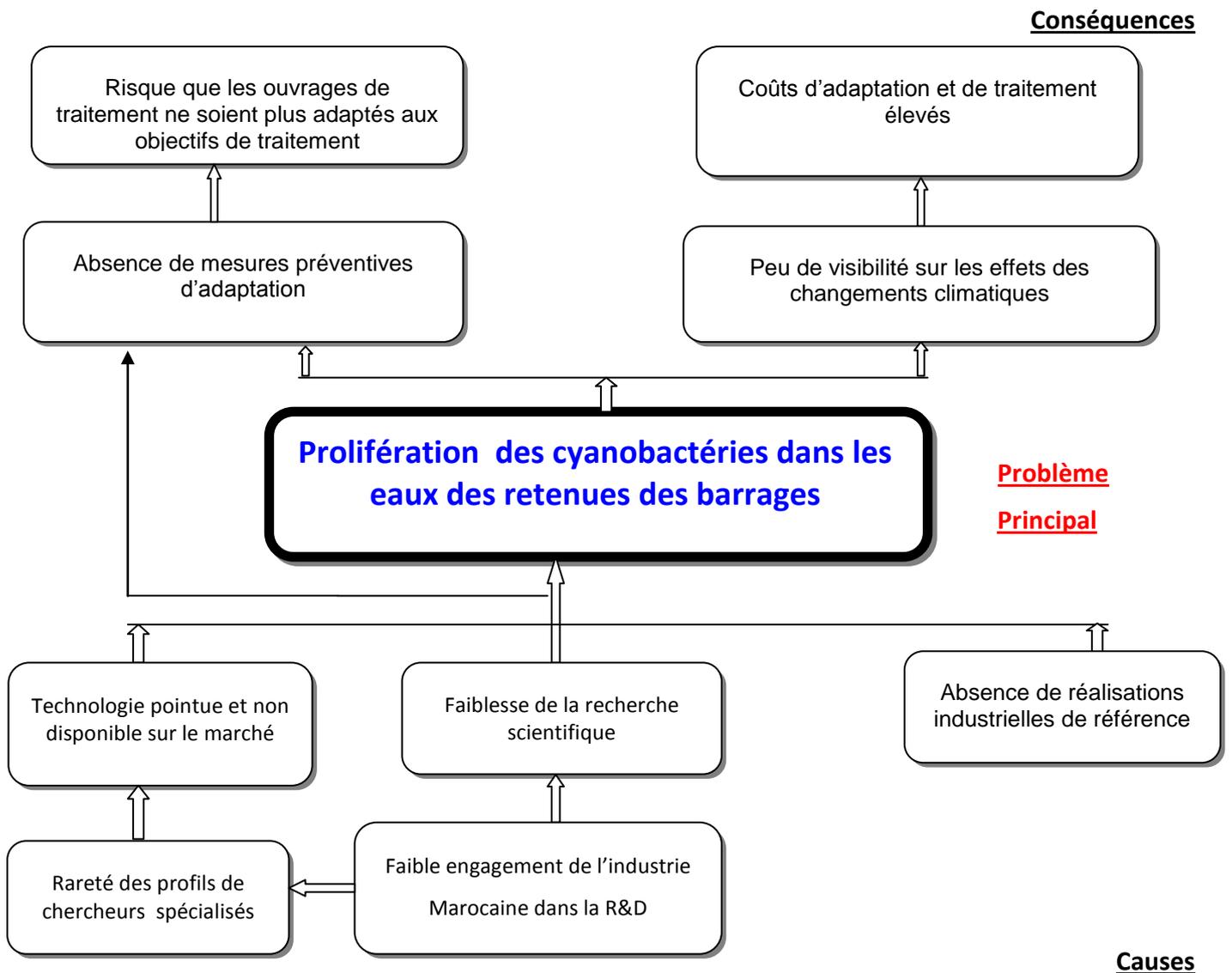


Figure 29 : Arbre à problèmes de la diffusion des technologies de lutte contre le développement des cyanophycées dans les retenues des barrages destinés à l'eau potable

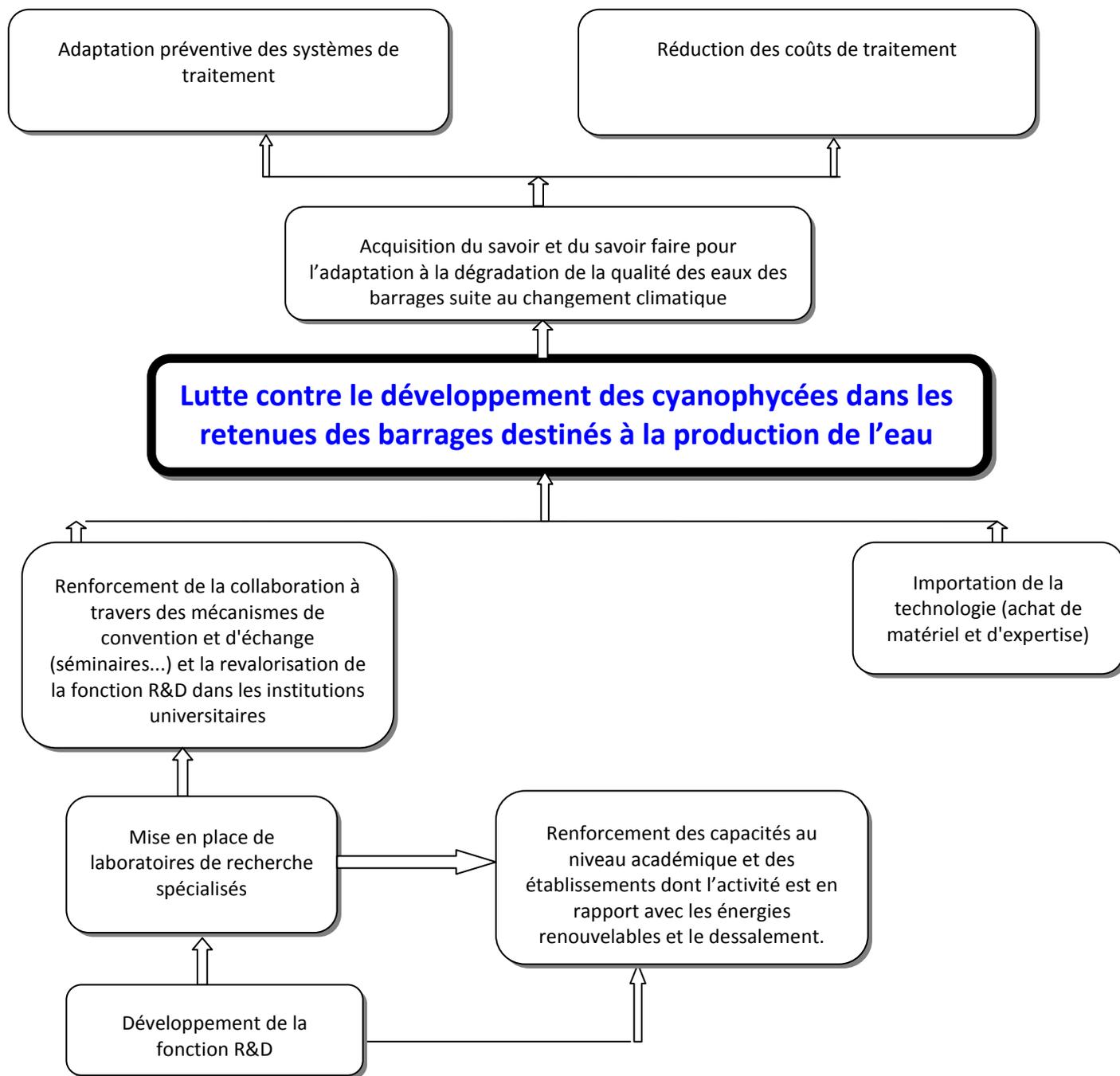


Figure 30 : Arbre à solutions de la diffusion des technologies de lutte contre le développement des cyanophycées dans les retenues des barrages destinés à l'eau potable

2. Secteur de l'Agriculture et de la Forêt

2.1. Technologies d'irrigation économe d'eau (irrigation localisée)

L'irrigation localisée est une technique efficace de conservation de l'eau d'irrigation. Elle apporte l'eau directement à la plante par le biais d'un tuyau en caoutchouc, empêchant de ce fait des pertes dues à l'évaporation, à l'infiltration et au ruissellement (Fig. 31).

L'efficacité de l'irrigation localisée ne réside pas seulement dans l'écoulement réglé correctement mais dans la maîtrise de l'application de l'eau par un apport d'eau en juste quantité pour répondre aux besoins des plantes d'une part et par l'apport d'eau au bon moment d'autre part. C'est ainsi que les pertes d'eau par percolation peuvent être évitées.

Les systèmes d'irrigation localisée sont généralement plus efficaces que les techniques d'irrigation gravitaire et par aspersion avec une efficacité potentielle à la parcelle de 90% par rapport aux systèmes d'irrigation gravitaire dont l'efficacité potentielle est de 70% (voir schéma d'un système classique en irrigation localisée ci-dessous)

Même si le système d'irrigation localisée requiert de l'énergie pour la mise en pression (2 bar), il est moins exigeant que l'irrigation par aspersion (3,5 bar).

Le PNEEI vise la **reconversion aux techniques d'irrigation économes en eau** notamment l'irrigation localisée sur une superficie de 550 000 Ha à l'horizon 2022 (environ 50% de la superficie totale aménagée au niveau national).

Les principaux impacts attendus du PNEEI sont:

- améliorer la productivité de l'eau. Au terme du programme, un doublement de la valorisation du m³ d'eau est attendu ;
- faire des économies substantielles sur les ressources en eau. Au terme du programme, près de 1,4 milliard de m³ de pertes d'eau seront évitées et bénéficieront aux cultures ;
- réduire la pollution des ressources en eau par la maîtrise des apports d'eau et des fertilisants ;
- réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques ;
- créer de l'emploi à travers l'intensification de la mise en valeur agricole à l'amont et à l'aval de l'activité agricole.

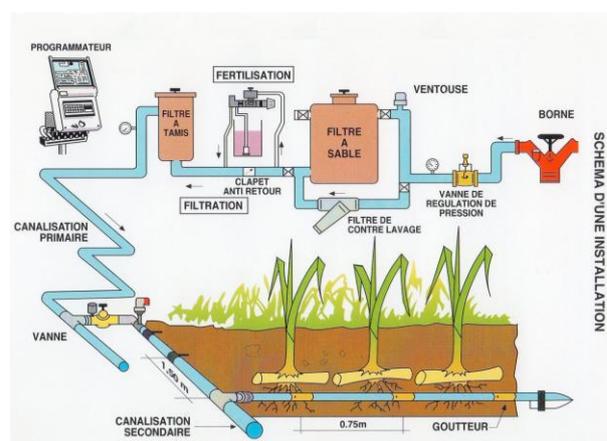




Figure 31 : Technologies d'irrigation économes d'eau

Justification

Le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) s'inscrit dans :

- les mesures transverses du Plan Maroc Vert (adopté en 2008), qui visent à atténuer la contrainte hydrique, considérée comme le principal facteur limitant à l'amélioration de la productivité agricole au Maroc ;
- l'axe de la gestion de la demande et de la valorisation de l'eau de la stratégie nationale de l'eau (adoptée en 2009), notamment son volet relatif à l'Economie de l'Eau en Irrigation :
 - reconversion à l'irrigation localisée : potentiel de 2 Milliards m³ par an avec un rythme de conversion de 40 000 ha/an ;
 - amélioration des rendements des réseaux d'irrigation: potentiel de 400 millions de m³ par an.

Acteurs concernés

- DIAEA/MAPM

Partenaires : ORMVA/AUEA/Agriculteurs/Agrégateurs

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
●	Recherche & Développement
●	Démonstration/Pilote
●	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
○	Moyen
●	Fort

Références :

- ✓ Seconde Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. 2010 ;
- ✓ Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique. 2009 ;
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2009;
- ✓ Plan Maroc Vert (PMV). 2008 ;
- ✓ Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation PNEEI-2008.

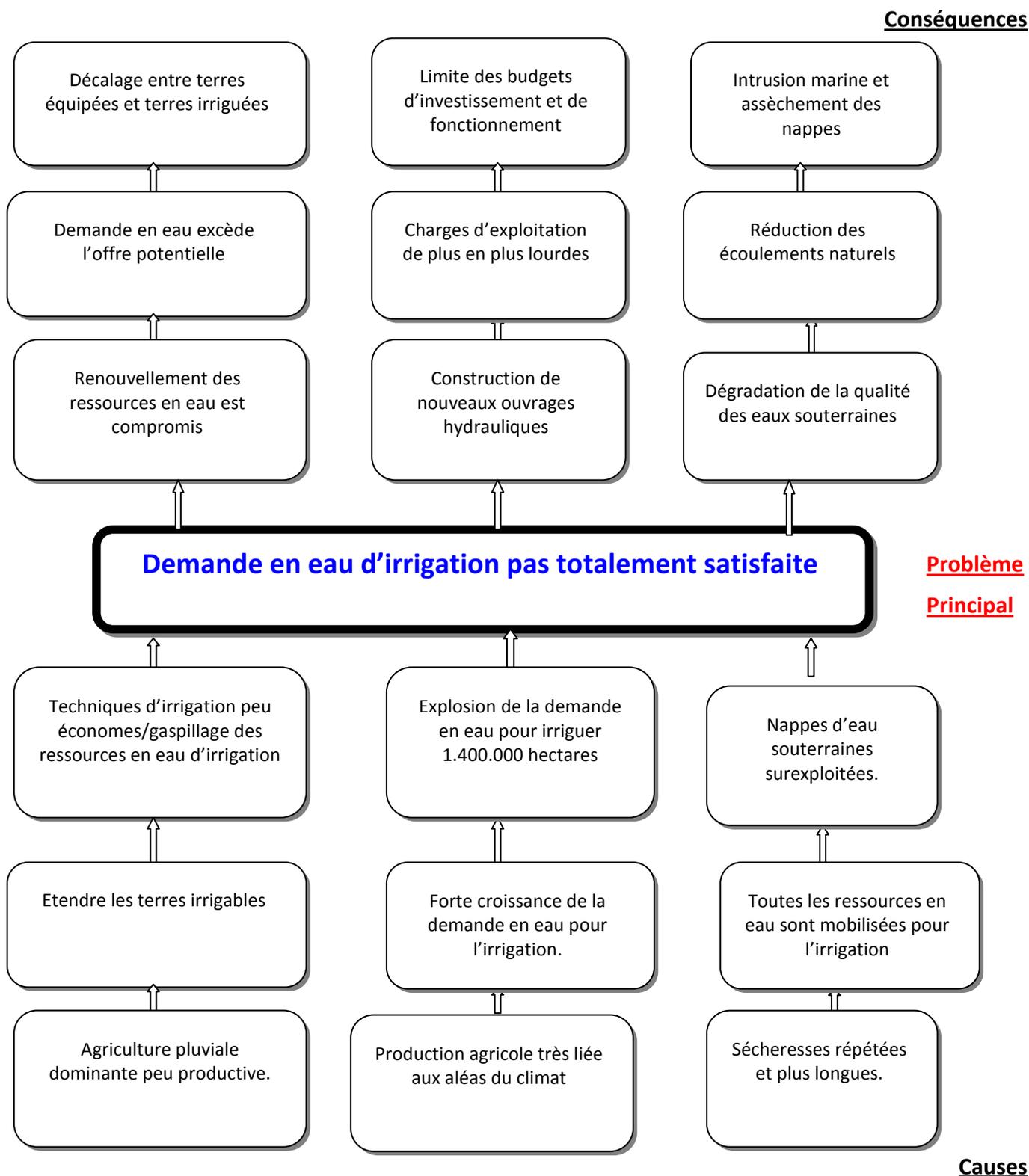
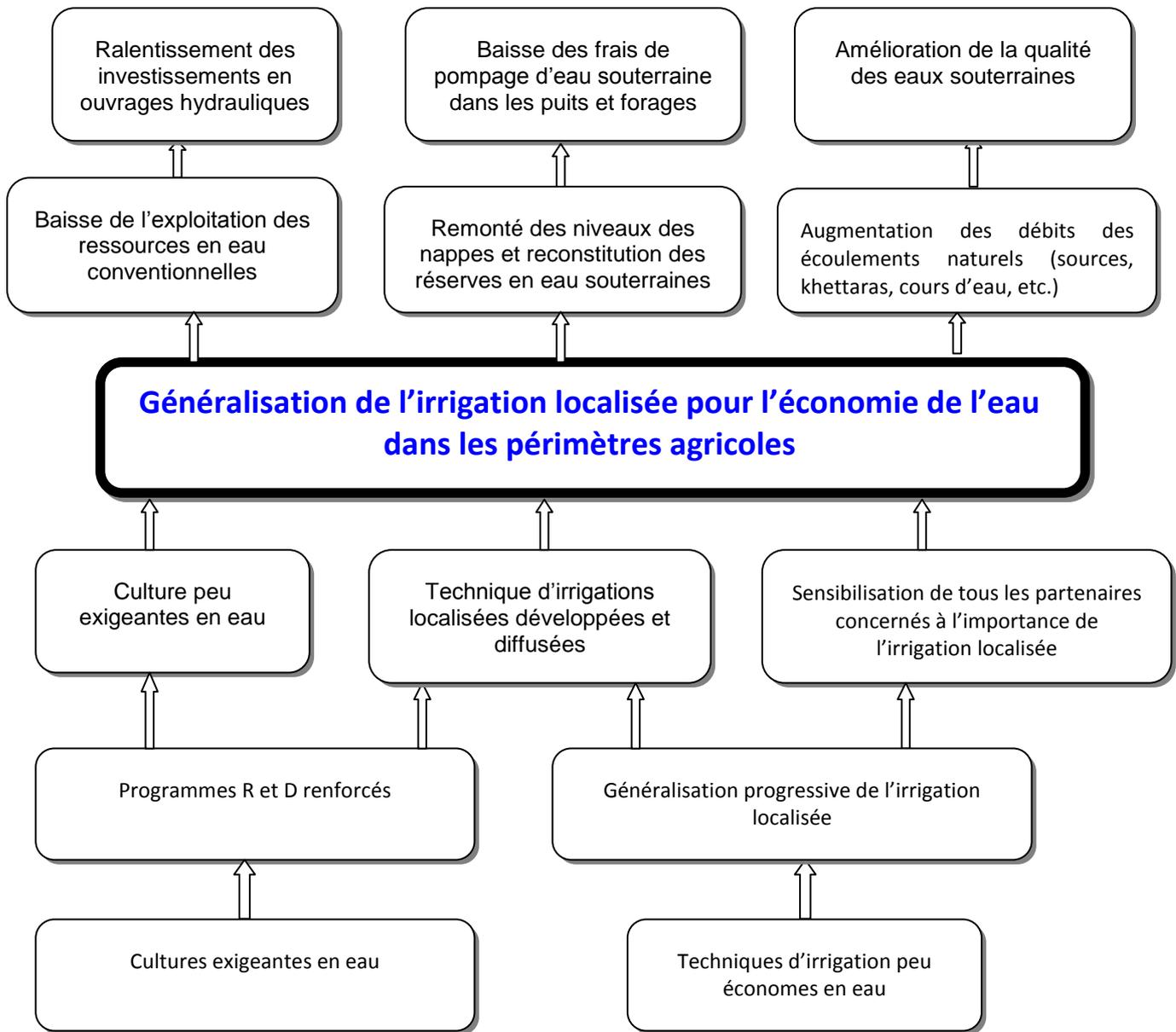


Figure 32 : Arbre à problèmes de la technologie d'irrigation localisée



Mesures d'incitation

Figure 33: Arbre à solutions de la technologie d'irrigation localisée

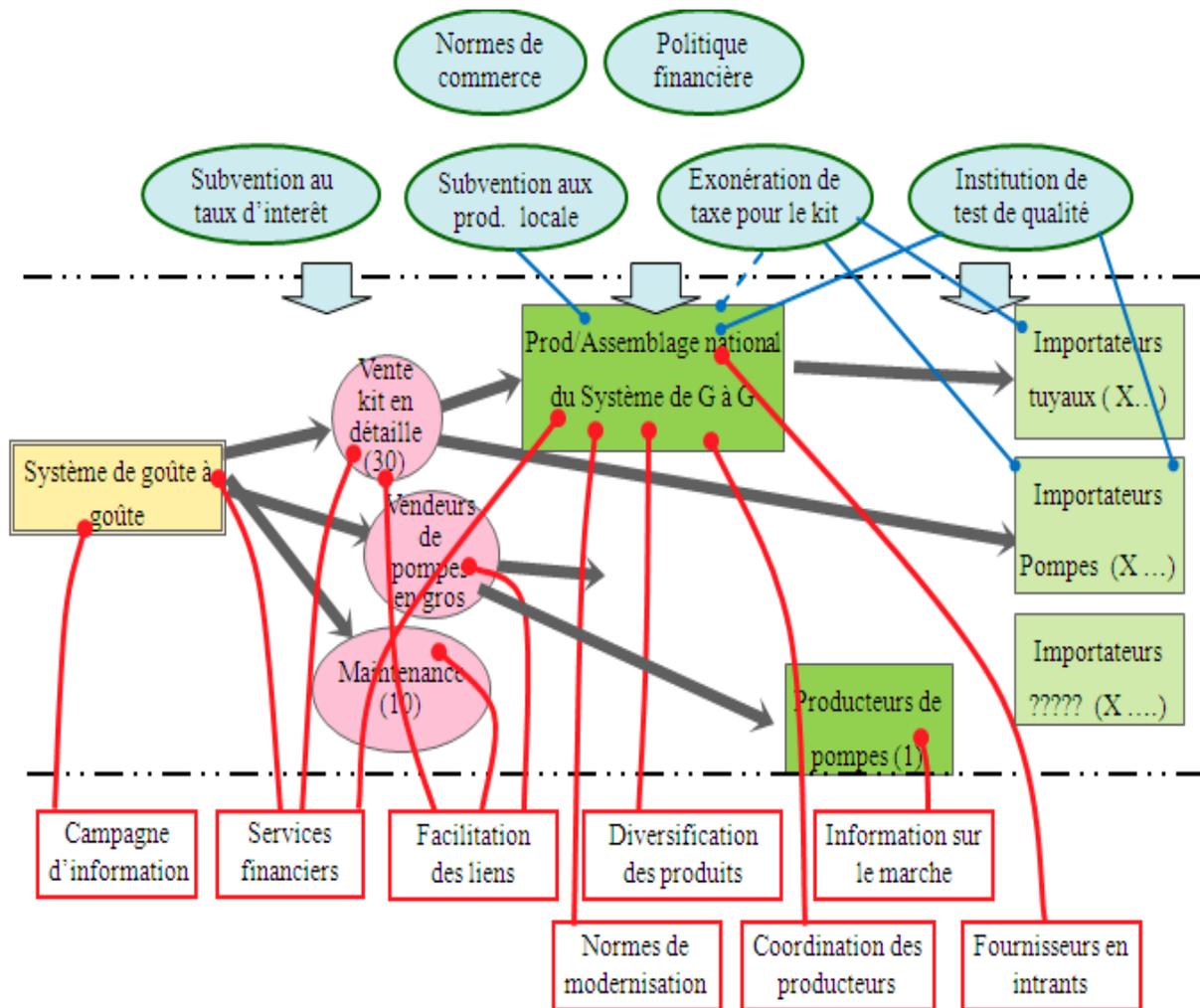


Figure 34 : Cartographie du marché du système d'irrigation localisée

2.2. Technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués

Ces technologies consistent en l'extension et la réhabilitation des périmètres d'irrigation associés aux barrages existants ou programmés et portant sur près de 140 640 ha. Le Programme de Rattrapage de Retard d'Équipement des Périmètres Irrigués (PRD) permettra de valoriser près de 1,2 Milliard de m³ d'eau actuellement sous valorisés ou perdus en mer. Le coût global du programme est estimé à 18,2 milliards de Dh.

Les périmètres d'extension de l'irrigation sont conçus en réseau basse pression et avec prise sur les barrages pour l'adoption des techniques d'irrigation économes d'eau et pour l'utilisation de la pression hydraulique disponible au niveau des barrages.



Figure 35: Périmètre irrigué

Justification

Le PRD est adopté en tant que mesure transverse du Plan Maroc Vert. Ses principaux impacts attendus sont:

- l'amélioration de la valeur ajoutée agricole;
- la création d'emploi en milieu rural et la réduction de l'exode rural;
- l'amélioration de la balance commerciale ;
- la contribution à la sécurité alimentaire par la stabilisation de la production ;
- une meilleure adaptation aux changements climatiques par une meilleure maîtrise des ressources en eau.

Acteurs concernés

- DIAEA/MAPM

Partenaires : ORMVA/AUEA/Agriculteurs/Agrégateurs.

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
○	Recherche & Développement
○	Démonstration/Pilote
●	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
○	Moyen
●	Fort

Références :

- ✓ Seconde Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. 2010 ;
- ✓ Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique. 2009 ;
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2009;
- ✓ Plan Maroc Vert (PMV). 2008 ;
- ✓ De nombreux documents d'études de définition, étude de faisabilité des projets, projets d'exécution... sont disponibles au MAPM.

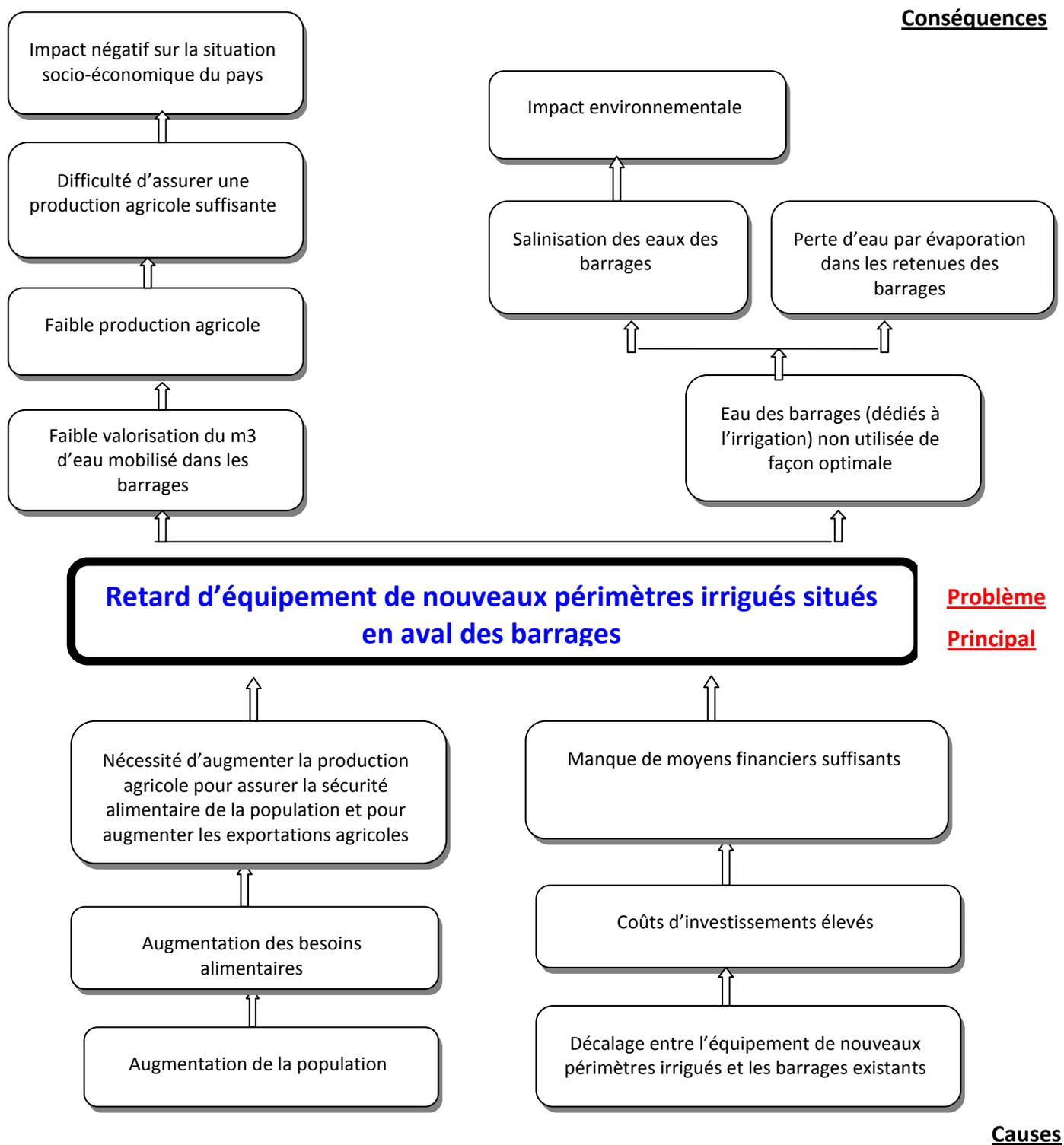
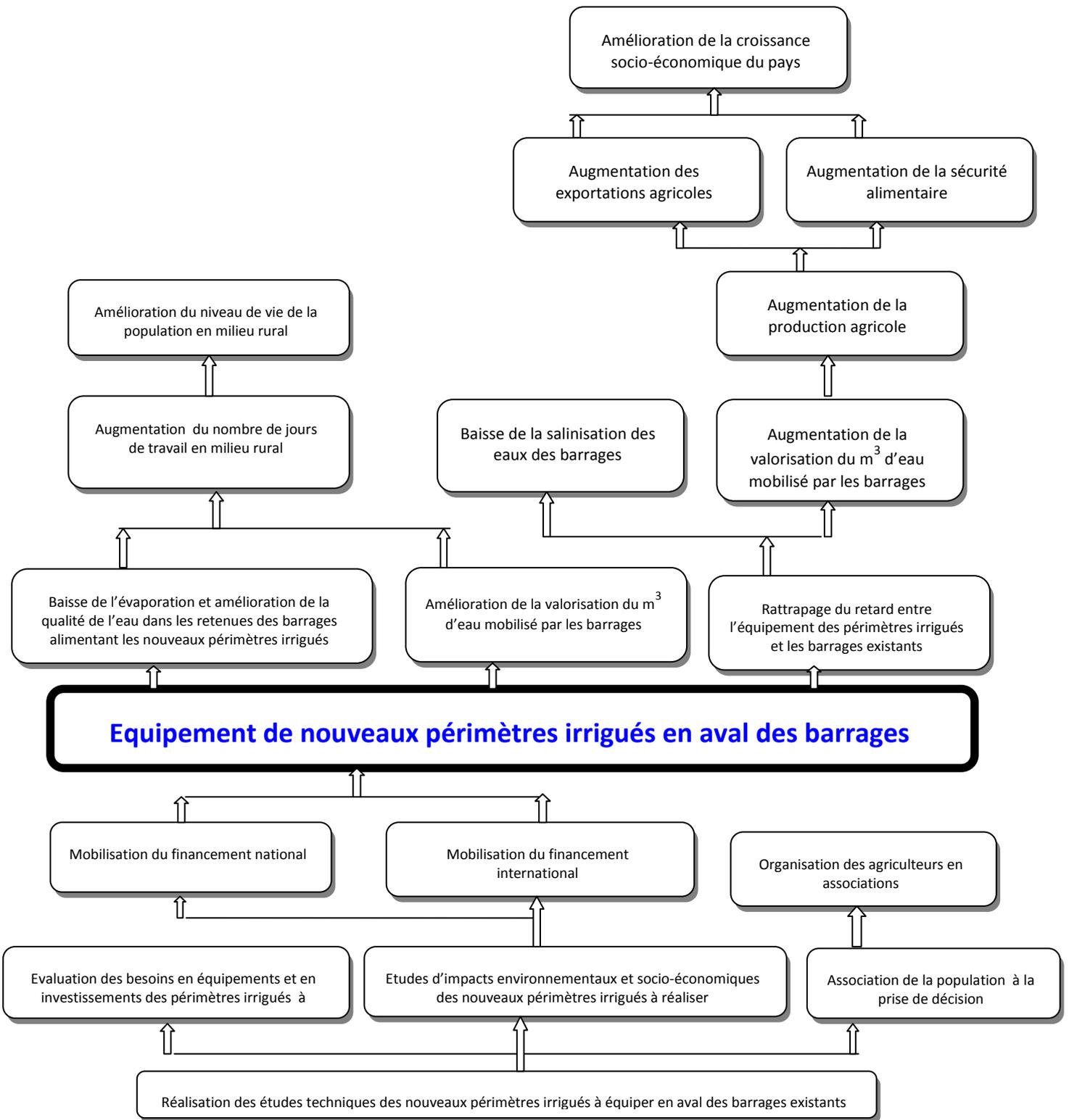


Figure 36: Arbre à problèmes des technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués situés en aval des barrages existants



Mesures d'incitation

Figure 37 : Arbres à solutions des technologies d'équipement de nouveaux périmètres irrigués situés en aval des barrages existants

2.3. Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué et Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en Dry land

Composante I : Développement d'un Système d'Information Agricole en irrigué

Description

L'objectif de ces technologies est :

- le développement d'un système d'avertissement à l'irrigation ;
- la diffusion de bonnes pratiques d'adaptation au stress thermique et hydraulique.

Les différentes phases du projet sont :

➤ **1. Le Diagnostic.**

Réalisation des diagnostics d'identification et d'évaluation des pratiques d'irrigation locales, propres à chaque périmètre. Les acteurs eux même feront part de leurs expériences en matière d'irrigation ainsi que des méthodes locales d'adaptation aux stress hydriques et thermiques.

➤ **2. Le design du système d'intervention.**

Se basant sur les résultats locaux et intégrant les paquets technologiques des services de la recherche et des organismes de développement, ainsi que les acquis de la recherche au niveau international, une stratégie des best practices pour l'économie de l'eau d'irrigation sera élaborée de manière participative avec les différents acteurs de chaque site étudié. Il sera pris en considération aussi bien l'aspect technique que l'aspect managérial.

➤ **3. La mise en place des systèmes.**

Sur la base des résultats des deux étapes précédentes, il sera développé et mis en place un système d'information et de suivi de l'irrigation, ainsi qu'un système d'avertissement à l'irrigation qui permettra de diffuser à une large audience les conseils en temps réel concernant les actions à mener pour réduire les impacts négatifs des stress hydriques et thermiques.

➤ **4. L'amélioration des capacités des bénéficiaires et partenaires.**

Il s'agit de renforcer les capacités des agriculteurs à acquérir une expertise dans le domaine de la gestion efficiente et durable de l'irrigation à travers des formations ciblées, pratiques et répétées.

Le projet sera appliqué dans 3 périmètres irrigués qui diffèrent par la géographie et par le niveau de disponibilité de l'eau :

- le Loukkos : situation relativement favorable (nord du Maroc);
- le Doukkala : situation moins favorable (centre du Maroc);
- le Souss-Massa (nord du Sahara marocain) : situation défavorable.

Ce choix est également dicté par la diversification des principales cultures consommatrices d'eau dans les 3 différents périmètres retenus.

Justification

Au Maroc, plus de 80% des eaux mobilisables sont utilisées par le secteur agricole, qui se trouve aujourd'hui grandement menacé par les effets néfastes du changement climatique : élévation des températures, diminution des précipitations, perte croissante de la biodiversité, dégradation des sols, etc. Assurer la sécurité alimentaire devient de plus en plus un défi d'envergure.

Cette évolution climatique et ses effets néfastes doivent être contrés par une action de correction et d'adaptation stratégique et efficace où les niveaux de production agricole doivent continuer leur évolution malgré des disponibilités hydriques de plus en plus faibles. Ainsi, il est désormais urgent de gérer les

ressources en eau de la manière la plus efficiente possible en réduisant au maximum les pertes d'eau et les usages non productifs.

Les efforts doivent donc être déployés dans les périmètres irrigués où le manque à gagner est le plus grand. En effet, les périmètres irrigués contribuent en moyenne à 45% de la valeur ajoutée agricole du Maroc (pouvant atteindre 70% durant les mauvaises années climatiques), créent un million six cents cinquante mille emplois (1 650 000) et contribuent à hauteur de 75% des exportations agricoles.

De plus, dans notre pays, ce sont les ressources en eau disponibles (beaucoup plus que les sols aptes à l'irrigation) qui limitent le potentiel irrigable et donc les niveaux de production nationale. La valorisation de l'eau permettra d'élargir substantiellement la superficie des terres utilisées, réduisant ainsi les jachères et leurs effets néfastes sur les changements climatiques.

Pour son devenir et pour la réduction des effets du changement climatique sur le domaine agricole, il est donc essentiel et impératif que le secteur de l'irrigation soit performant sur tous les plans. Les best practices relatives à l'économie de cette ressource, regroupant les technologies, la gestion, le conseil et la diffusion, doivent être élaborées et mises en exergue puis véhiculées à travers des systèmes d'information et d'avertissement à l'irrigation.

Acteurs concernés

- IAV Hassan II

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
●	Recherche & Développement
○	Démonstration/Pilote
●	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
●	Moyen
●	Fort

Références :

- ✓ Projet SIWM « Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans le Souss-Massa».
- ✓ Study of climate changes impacts on water resources management in Morocco using Dynamic Downscaling Models. Riverside Technology Inc. and World bank, 2010-Present.
- ✓ Projet Européen DEWFORA sur l'Amélioration de l'Alerte Précoce à la Sécheresse et le Renforcement de la Préparation et de l'Adaptation à la Sécheresse en Afrique (DEWFORA). Projet de l'Union Européenne, 2011-2013.
- ✓ Stratégies de renforcement et d'implication des AUEA dans la gestion rationnelle de l'eau dans les périmètres irrigués de l'Oriental et du Doukkala: Improving water saving, water use efficiency and productivity. USAID Morocco Competitiveness Project, DAI-MEC-USAID Project Morocco, 2010.
- ✓ Etablissement et organisation d'activités génératrices de revenus pour la femme rurale, Haouz, Tamellalt Projet ABRI (Advancing the Blue Revolution Initiative). DAIABRI-USAID Project, 2009.
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2009;
- ✓ Plan Maroc Vert (PMV). 2008 ;

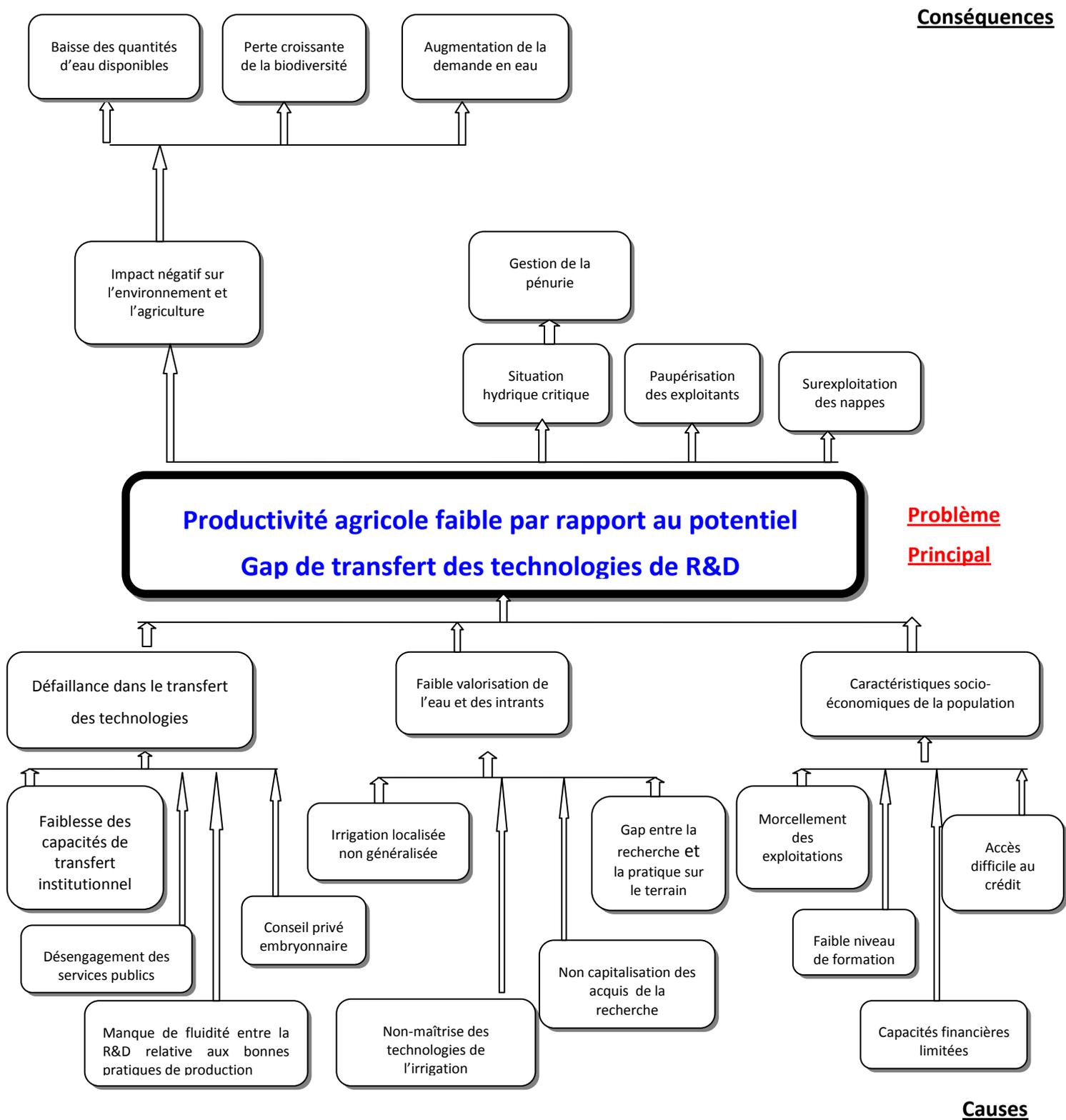


Figure 38 : Arbre à problèmes de la faible productivité agricole dans les périmètres irrigués

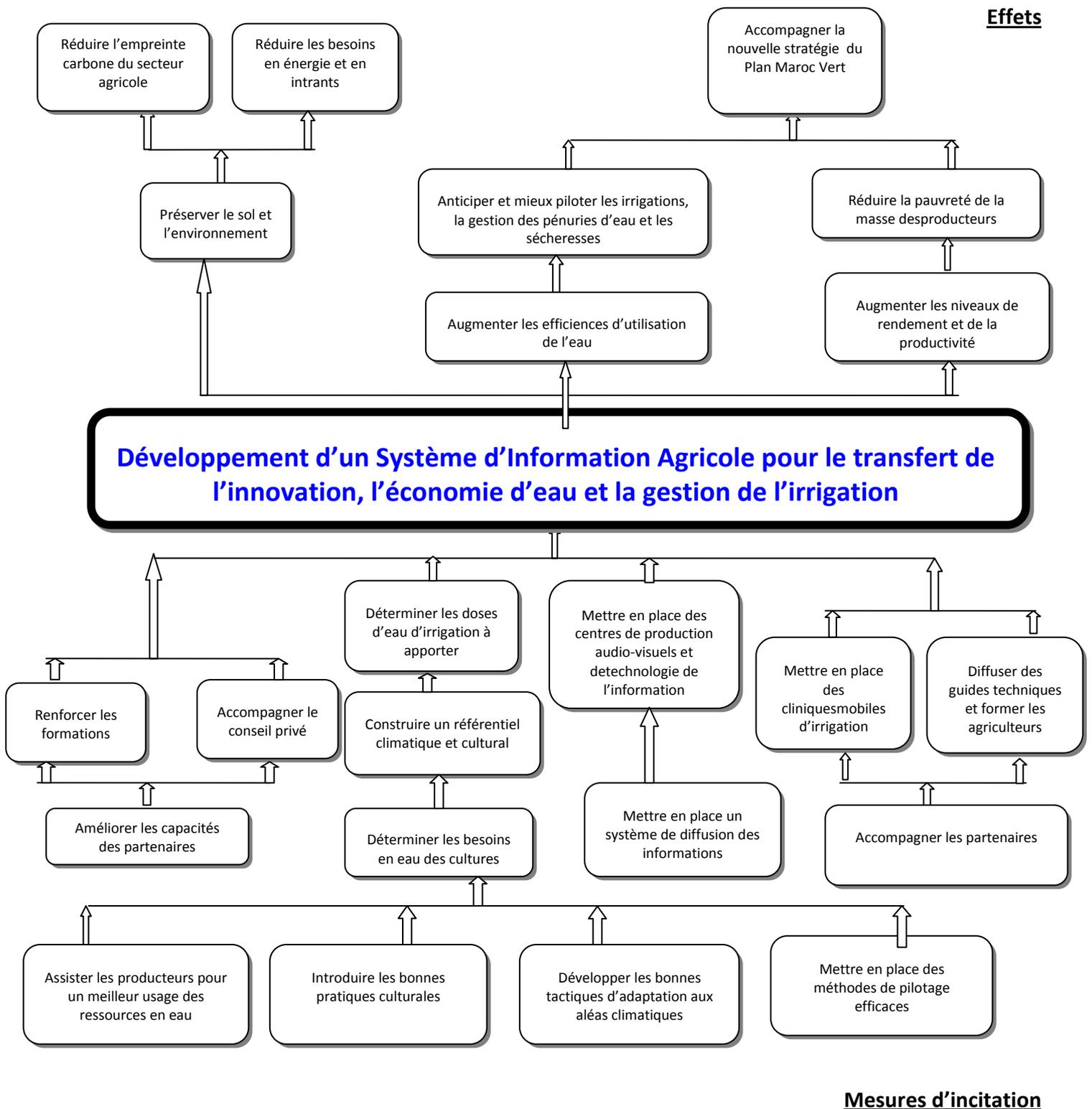


Figure 39 : Arbre à solutions du système d'information agricole

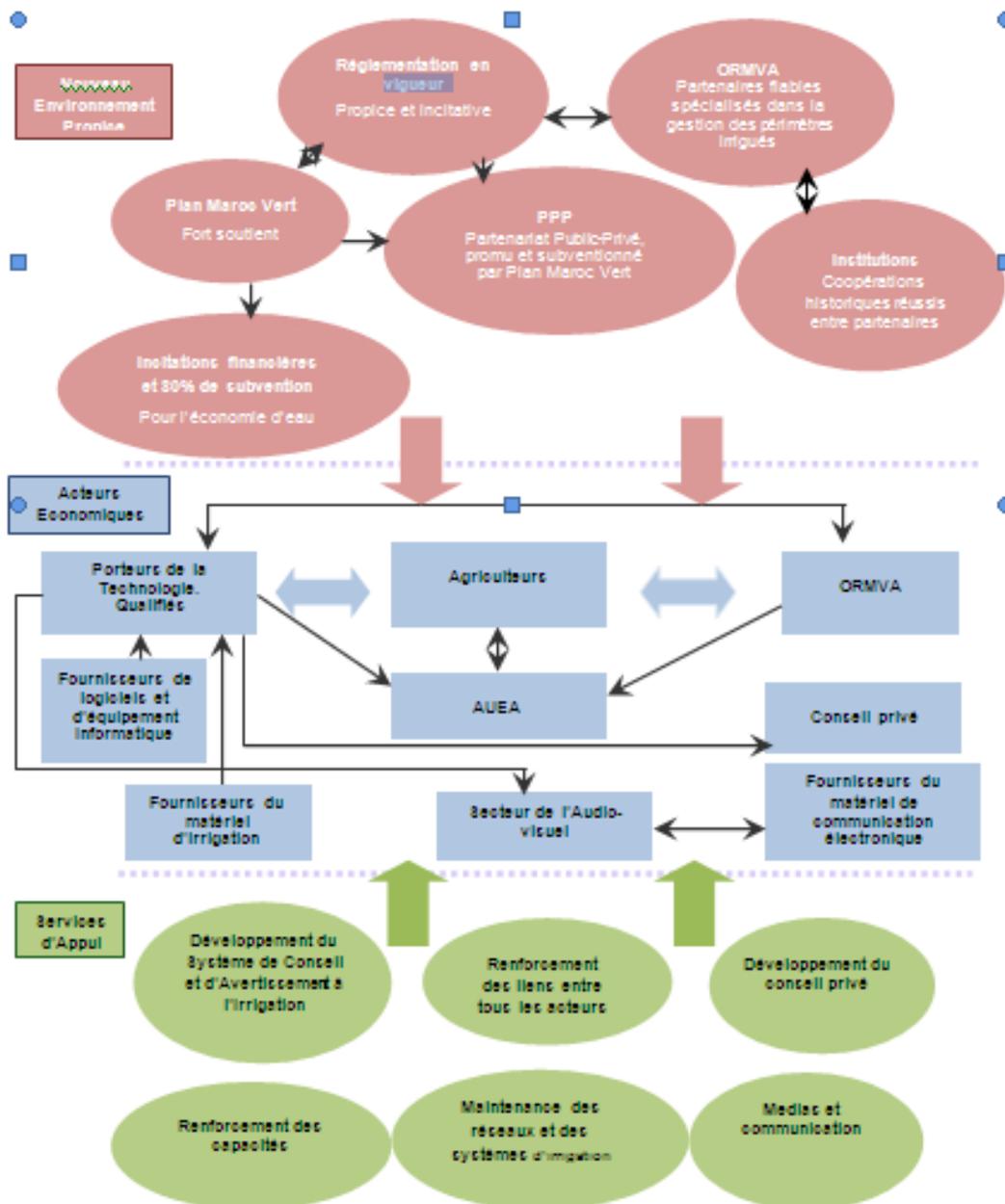


Figure 40 : Cartographie du marché du système d'information agricole

Composante II : Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures en Dry land

Description

L'objectif de ces technologies est de :

- 1. faire une étude diagnostique d'identification et d'évaluation des pratiques agricoles locales d'adaptation au changement climatique par le biais d'une approche participative conduite dans des environnements et/ou systèmes de culture contrastés ;
- 2. tester les stratégies concluantes retenues dans des sites de démonstration : les stratégies retenues seront celles issues de la combinaison entre les différentes mesures identifiées d'une part lors des échanges avec les acteurs concernés et d'autre part celles identifiées dans la littérature internationale ;
- 3. disséminer les résultats à différents niveaux de perception par le biais de l'élaboration de guides pratiques, de sites web, de films et d'émissions radio de diffusion de l'information ;
- 4. renforcer les capacités des acteurs ruraux (agriculteurs et élus locaux) en vue de les amener à mieux s'adapter aux conséquences des changements climatiques.

Six zones agro-écologiques représentatives du territoire national seront retenues, à savoir:

- Zone Bour favorable: Tangérois et Sais ;
- Zone bour intermédiaire : Chaouia ;
- Zone bour défavorable : Abda ;
- Zones de montagne: Midelt et Azilal;
- Zone saharienne : Tafilalet ;
- Zone irriguée: Loukkos, Doukkala et Souss-massa.

Toutes les communes de ces zones seront concernées par la collecte des données auprès des trois groupes d'acteurs à savoir les producteurs, les éleveurs et les élus locaux.

Justification

- Eau : Meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau, augmentation de la réserve utile du sol, nouvelles spéculations ayant des besoins en eau inférieures ;
- Nature des déchets rejetés: Technologie verte, non polluante ;
- Degré d'impact sur l'environnement : Restauration des terres dégradées et de la fertilité des sols, lutte contre la désertification et l'érosion, préservation des ressources naturelles et maintien de la biodiversité.

Acteurs concernés

- IAV Hassan II

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
●	Recherche & Développement
○	Démonstration/Pilote
●	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
○	Faible
●	Moyen
●	Fort

Références :

- ✓ Alaoui SB, Ameziane ET, and Imani Y (2008) : Gestion Intégrée de l'Eau et de la Sécheresse Au Maroc. Première Conférence Internationale sur la gestion de la Sécheresse: Innovations Scientifiques et Technologiques. Saragosse, Espagne, 12-14 juin 2008;
- ✓ Hicham Ezzine, Mohammed FS, Ameziane TE, Alaoui SB, Belghiti M (2008): The use of Remote Sensing, Meteorological and Agricultural Indicators for Drought Characterization and Monitoring in Morocco.1st International Conference on Drought, Saragossa, Spain, June 12 15, 2008.
- ✓ Alaoui SB (2008) Demande en eau Agricole (Volume 10). Sous mission I.4- Evaluation de la demande en eau actuelle et future. Mission I : Collecte des données, diagnostic et évaluation des ressources en eau et état de leur utilisation dans le Bassin Versant de Souss Massa. Etude de Révision du Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau (PDAIRE) des Bassins du Souss Massa.
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2009;
- ✓ Plan Maroc Vert (PMV). 2008.

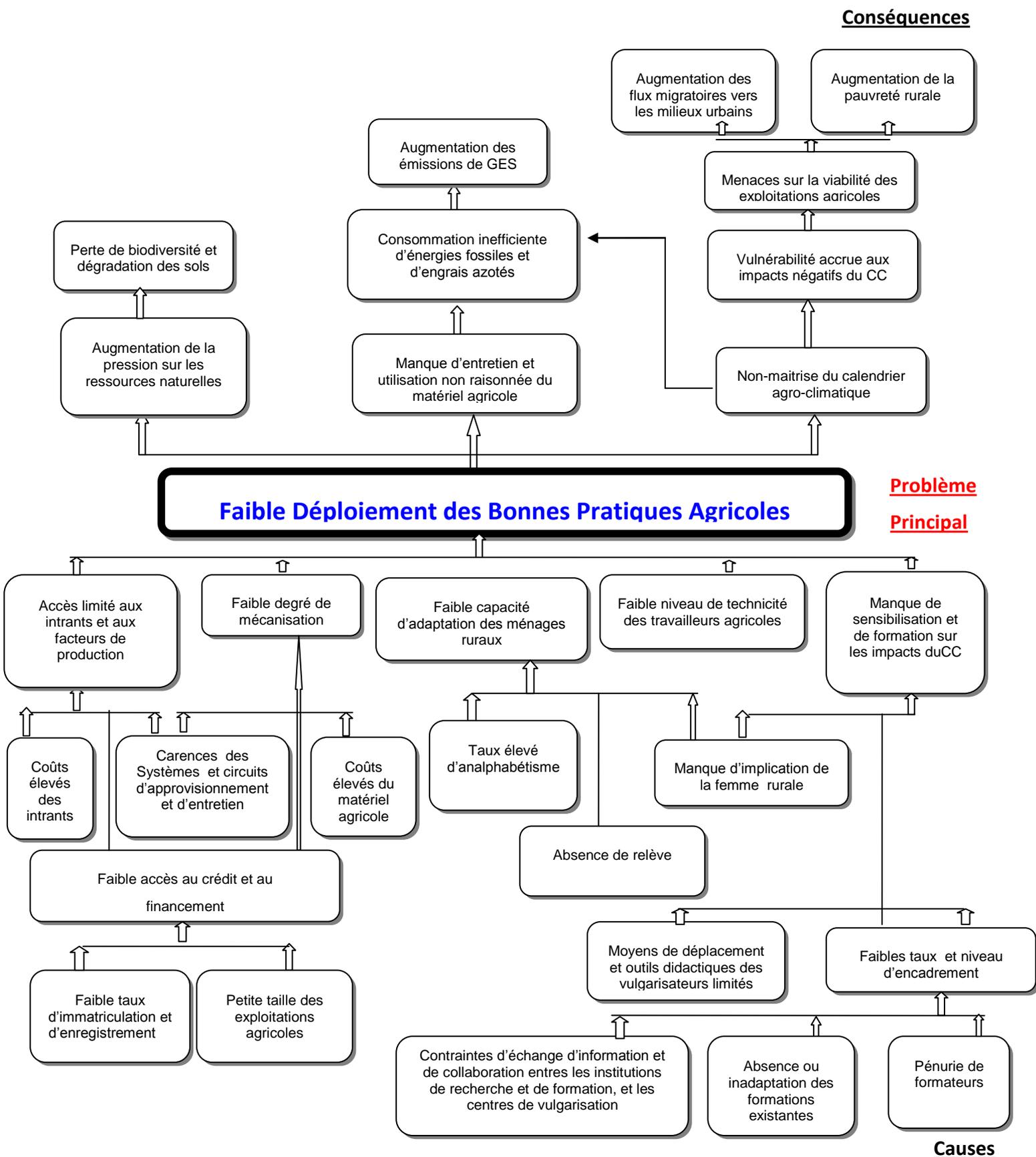
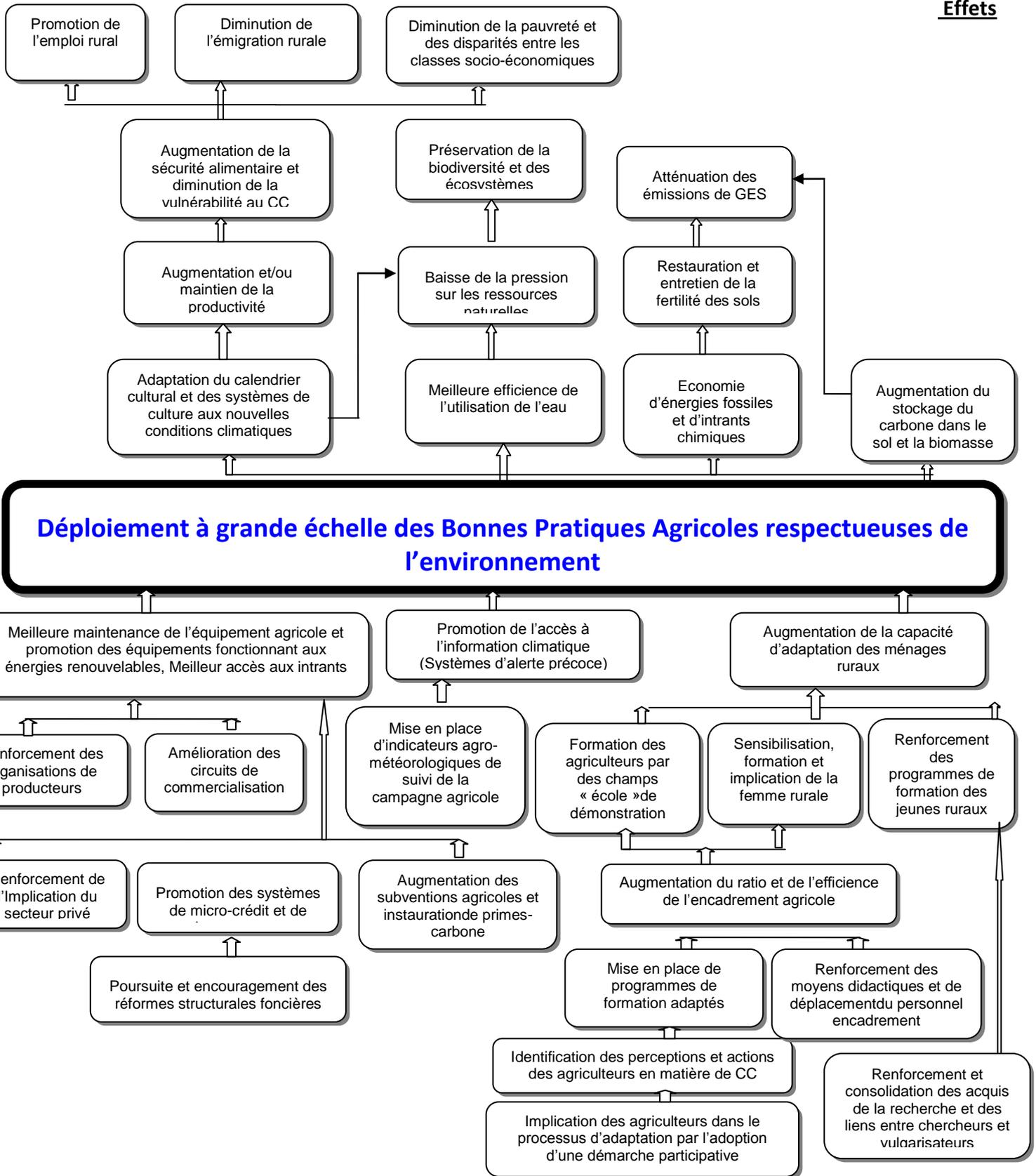


Figure 41: Arbre à problèmes du faible déploiement des bonnes pratiques agricoles



Mesures d'incitation

Figure 42: Arbre à solutions des technologies d'adaptation aux stress hydrique et thermique

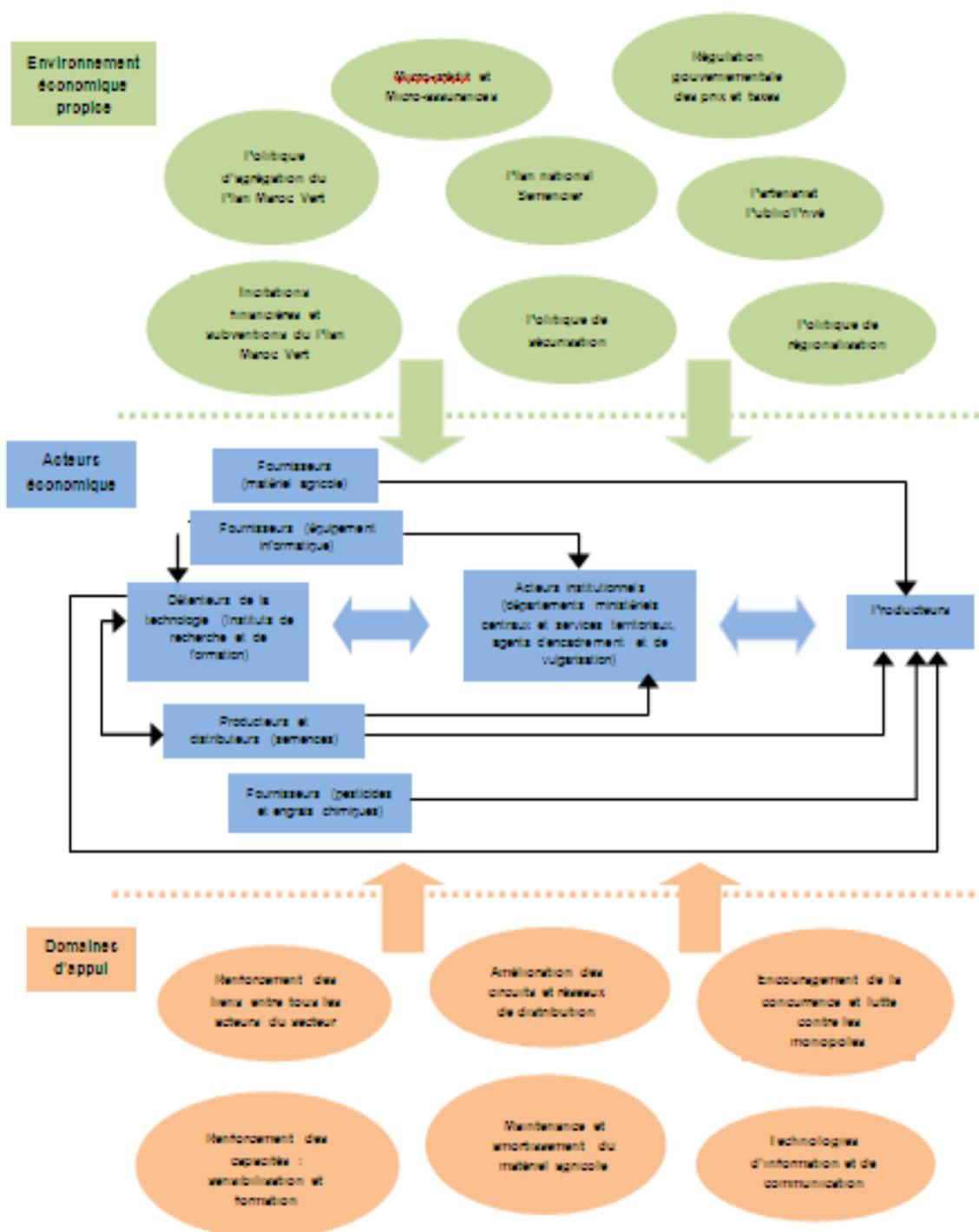


Figure 43 : Cartographie du marché des technologies d'adaptation aux stress hydrique et thermique

2.4. Le Semis direct

Description

Le semis direct est une technologie de conservation de l'eau et du sol. Il désigne une technologie culturale simplifiée, basée sur l'introduction directe des graines dans le sol, sans passer par le travail du sol (zéro labour).

Pour cela, le développement d'un semoir national de semis direct et sa mise sur le marché à un prix abordable pour les agriculteurs s'avère nécessaire pour la promotion et la diffusion de cette technologie à large échelle au Maroc.



Figure 44: Machines agricoles du semis direct

Il est à noter que quelques expériences pilotes sont déjà réalisées au niveau national, notamment dans la région de Chaouia Ouardigha.

Justification

Les céréales sont les principales cultures pratiquées par plus de 90% des agriculteurs marocains qui sont soumis aux caprices des aléas climatiques.

L'adoption du semis direct, va permettre :

- de réduire l'investissement dès le début de la campagne par la réduction du nombre de passages, les doses de semis, des besoins en main d'œuvre agricole (qui devient de moins en moins disponible) ;
- le non retournement des sols, qui réduit l'évaporation des eaux reçues et par conséquent augmentent la probabilité de meilleures productions agricoles (grains et matières sèches d'affouragement) ;
- une meilleure utilisation de l'eau et donc une meilleure valorisation ;
- de contrôler l'érosion et par conséquent les infrastructures (routes, assainissement, etc.) sont épargnées et les coûts d'entretien sont plus faibles.

Acteurs concernés

- INRA/MAPM

Partenaires : Directions Centrales et Régionales concernées du MAPM/ADA/Agriculteurs/Agrégateurs

Maturité de la technologie :

Maturité de la Technologie	
<input type="radio"/>	Recherche & Développement
<input checked="" type="radio"/>	Démonstration/Pilote
<input checked="" type="radio"/>	Déploiement

Potentiel de succès :

Potentiel de succès	
<input type="radio"/>	Faible
<input checked="" type="radio"/>	Moyen
<input checked="" type="radio"/>	Fort

Références :

- ✓ Seconde Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. 2010 ;
- ✓ Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique. 2009 ;
- ✓ Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc. 2009;
- ✓ Plan Maroc Vert (PMV). 2008 ;
- ✓ De nombreux documents d'études de définition, étude de faisabilité des projets, projets d'exécution... sont disponibles au MAPM.

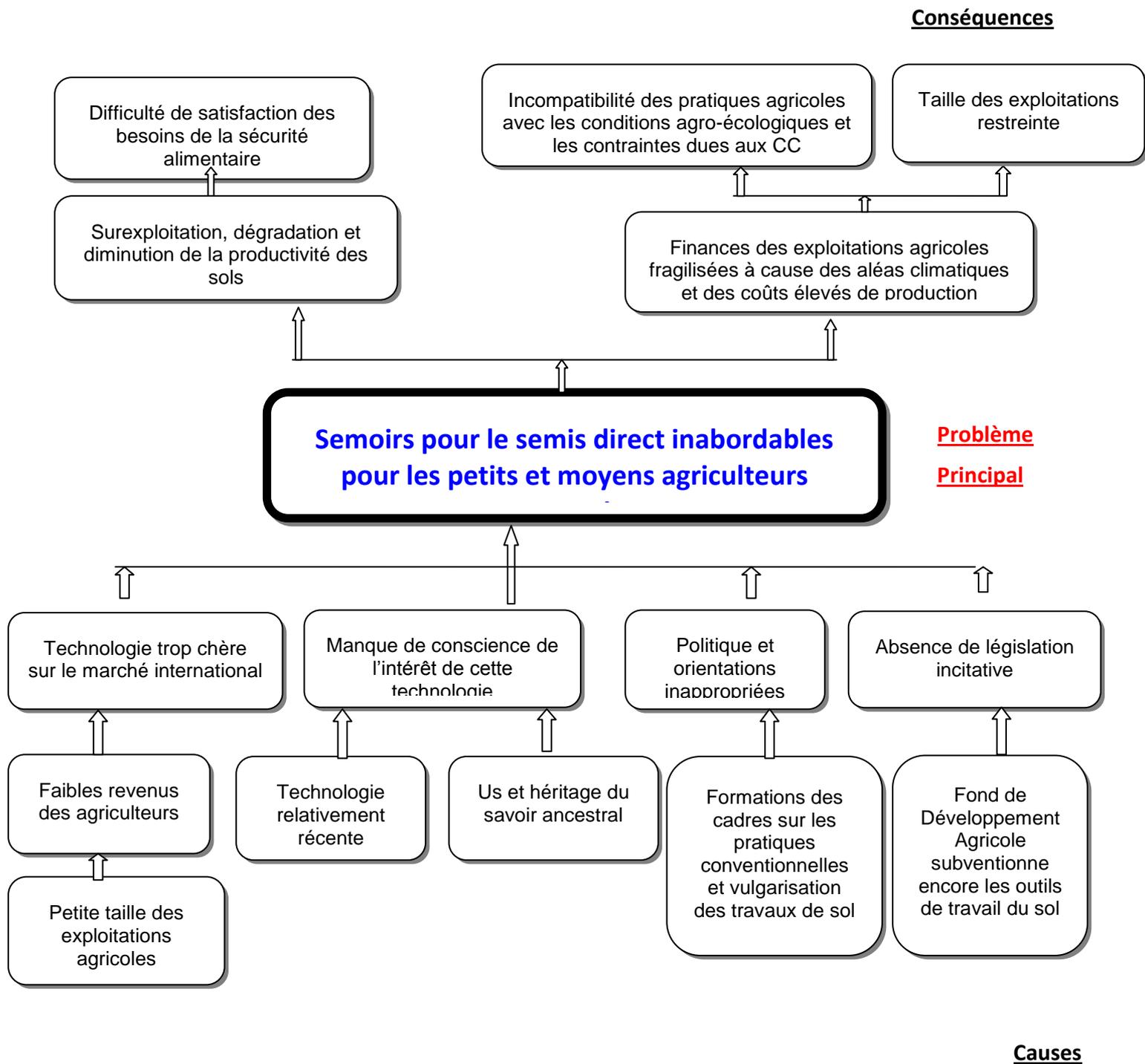


Figure 45: Arbre à problèmes du faible déploiement des semoirs du Semis Direct

Effets

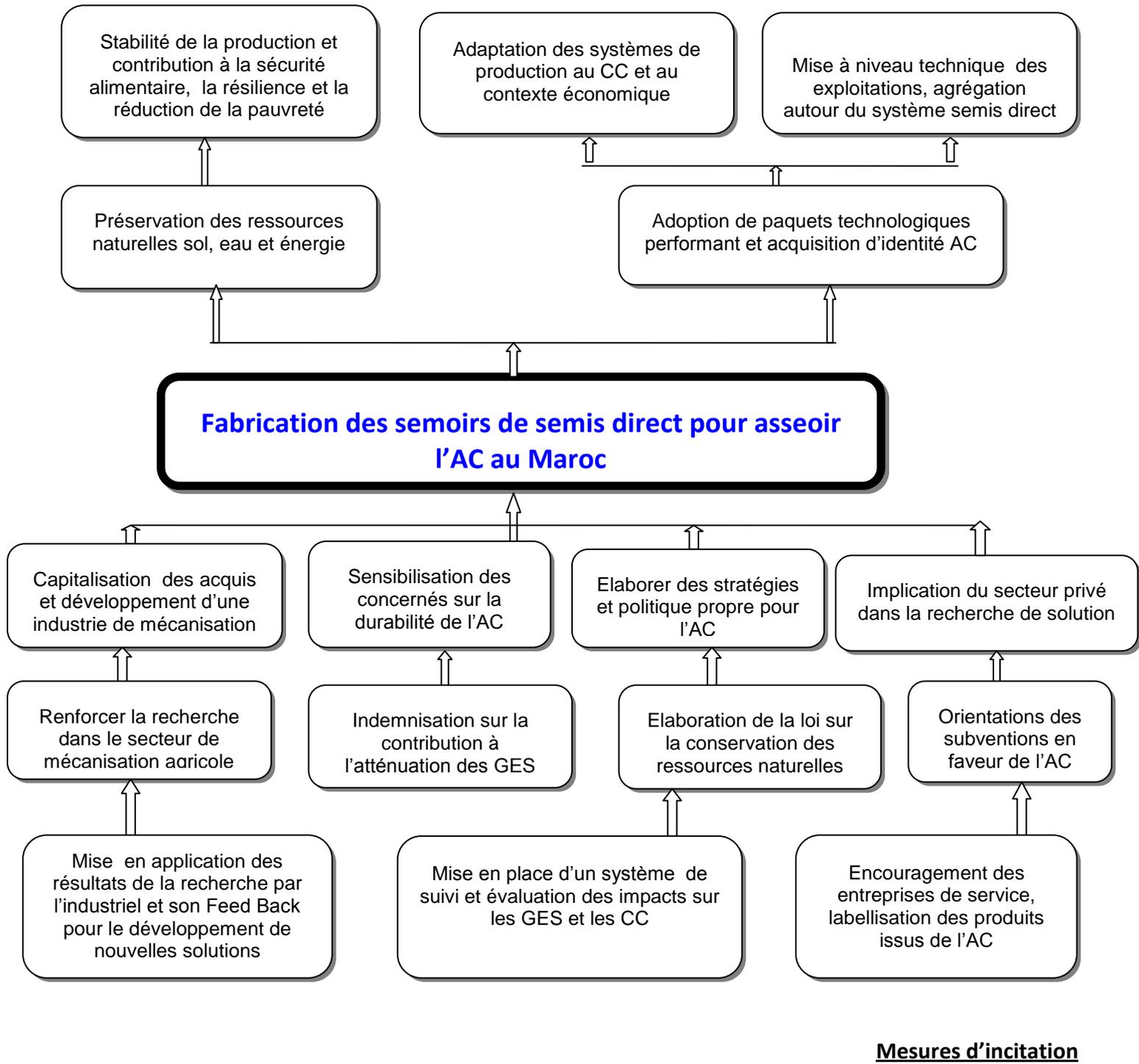


Figure 46 : Arbre à solutions du Semoir du Semis Direct

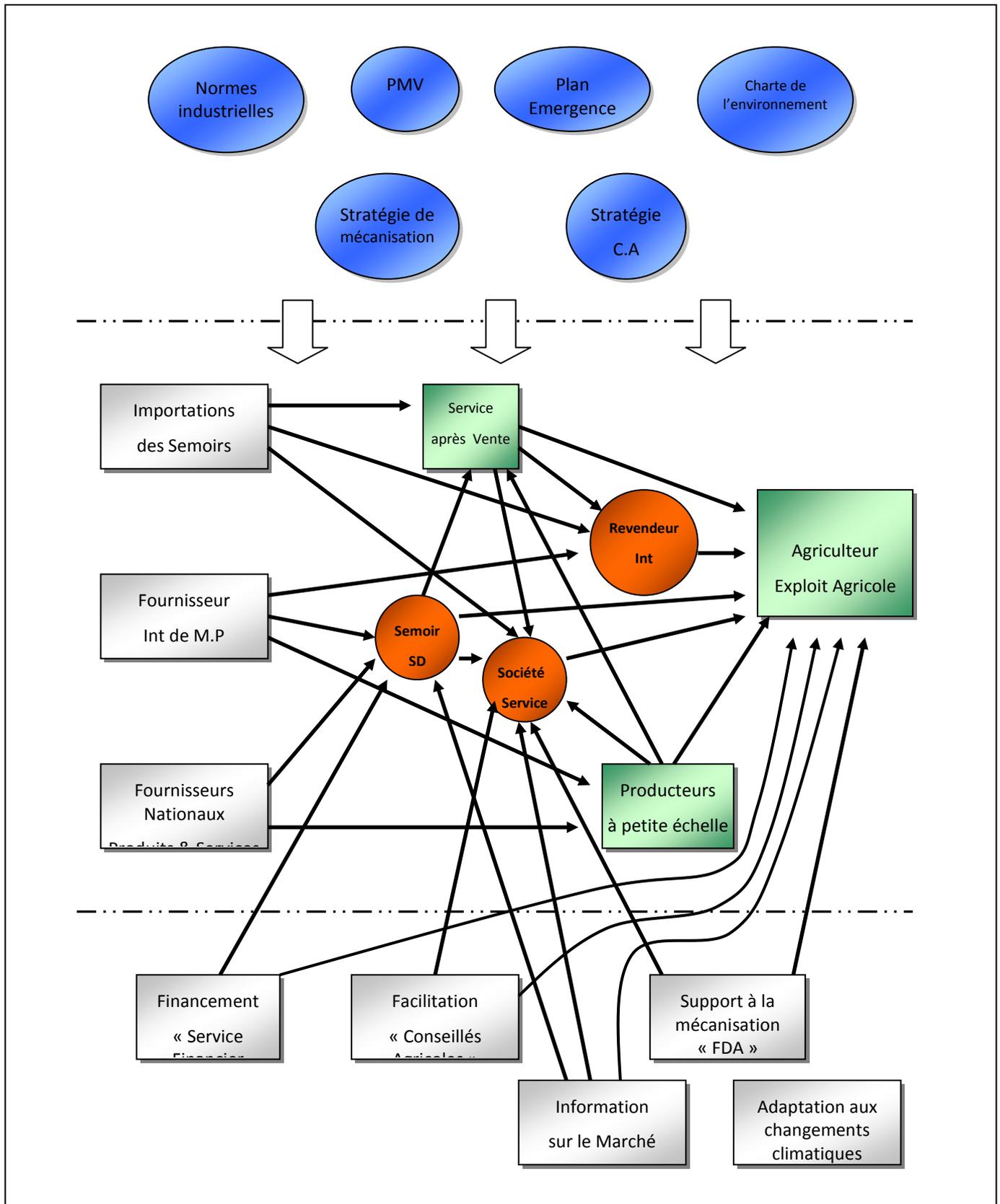


Figure 47 : Cartographie du marché du Semoir du Semis Direct

Annexe 2 :

Idées de projets utilisant les technologies d'adaptation retenues

Projet 1.

Collecte des Eaux Pluviales

(Direction Générale de l'Hydraulique)

1.1. Introduction

La collecte des eaux pluviales au Maroc est une expérience très ancienne, utilisée pour assurer les besoins de première nécessité dans les zones dépourvues en ressources en eau souterraine et pour faire face aux déficits en eau pendant les saisons sèches. Cette catégorie de ressources peut jouer un rôle important dans la balance de l'offre et de la demande en eau, compte tenu du contexte de rareté des ressources en eau qui s'est déjà installé dans plusieurs régions du Maroc.

Le système de collecte des eaux pluviales comprend essentiellement :

- ✓ un moyen de collecte (habituellement le toit, impluvium naturel ou aménagé) ;
- ✓ un moyen de transport de l'eau (gouttières, tuyaux de descente d'eau, tuyauterie, canal...etc.) ;
- ✓ un dispositif de filtrage de l'eau et/ou décantation ;
- ✓ un réservoir de stockage ou une cuve eau de pluie ;
- ✓ un système de distillation de l'eau collectée.

1.2. But et objectifs

Le projet a pour objectifs l'implantation et la réalisation de réservoirs enterrés ou en surface pour la récupération et le stockage des eaux pluviales dans plusieurs bassins du Maroc.

Les eaux collectées serviront pour la satisfaction des besoins :

- ✓ de l'alimentation en eau potable urbaine (villes intérieures) et rurale ;
- ✓ domestiques ;
- ✓ agricoles ;
- ✓ de l'arrosage des espaces verts et de la forêt;
- ✓ de la recharge artificielle des nappes ;
- ✓ etc.

La mise en place de ces ouvrages devra aussi être accompagnée par la sensibilisation et la formation de la population concernée à la collecte des eaux pluviales pour la satisfaction de leurs besoins en eau et pour pérenniser les ouvrages de collecte (de ces eaux).

1.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

La stratégie nationale de l'eau du Maroc, le Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique et le Plan National de Lutte contre les Inondations ont placé la collecte des eaux pluviales comme une des priorités de mobilisation des ressources en eau non conventionnelles au niveau national, notamment dans les bassins déficitaires du pays (Oum Er Rbiaâ, Bou Regreg, Tensift, Souss, etc).

1.4. Résultats attendus du projet

Les principaux impacts attendus du Plan National de Collecte des Eaux Pluviales sont:

- ✓ valorisation des eaux pluviales ;

- ✓ garantie d'une ressource d'approvisionnement en eau alternative, notamment en périodes de sécheresse ;
- ✓ économie de l'eau conventionnelle ;
- ✓ lutte contre la pauvreté ;
- ✓ préservation des sols contre l'érosion par des eaux de pluie;
- ✓ etc.

Le principal message véhiculé par le projet est la valorisation maximale des eaux pluviales en vue de satisfaire les besoins en eau de la population des bassins déficitaires.

1.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles

Le Plan d'Action National pour la Collecte des Eaux Pluviales a une portée nationale, car il concerne plusieurs bassins importants du Maroc (Oum Er Rbiaâ, Bou Regreg, Tensift, Souss, etc), occupant une superficie de plusieurs dizaines de milliers de km² et contenant une population de plusieurs millions d'habitants.

1.6. Calendrier

Le Plan d'Action National pour la Collecte des Eaux Pluviales concerne la période comprise entre 2008 et 2030 (correspondant à la durée de la stratégie nationale de l'eau).

1.7. Budget

Le coût global du Plan National de Collecte des Eaux Pluviales s'élève à 50 millions de DH (MDH), réparti comme ci-dessous :

- coût d'acquisition du Matériel: 25 MDH ;
- coût d'installation du matériel: 5 MDH ;
- coût d'exploitation (annuels sur 10 ans) : 5 MDH ;
- coût de maintenance (annuels sur 10 ans) : 5 MDH ;
- coût de renouvellement : 10 MDH.

1.8. Mesure et évaluation

L'évaluation de ce projet concerne :

- le nombre d'ouvrages de collecte des eaux pluviales réalisés ;
- le nombre de millions de m³ d'eau pluviale mobilisée par an ;
- le nombre de millions de m³ d'eau conventionnelle économisés par an ;
- le nombre d'habitants bénéficiant du projet ;
- le degré d'amélioration du niveau de la population ayant bénéficié du projet ;
- le degré d'amélioration de la santé de la population ayant bénéficié du projet ;
- etc.

1.9. Complications possibles et défis

Les défis du projet concernent notamment :

- la disponibilité de l'eau pluviale en quantité suffisante ;
- la disponibilité des financements.

1.10. Responsabilités et coordination

La responsabilité du projet est assurée par le département de l'eau du ministère des énergies, des mines, de l'eau et de l'environnement (MEMEE). Sa mise en œuvre est assurée les Agences des Bassins Hydrauliques concernées.

Les partenaires du projet sont :

- Ministère de l'Intérieur ;
- Ministère de l'Agriculture et la Pêche Maritime ;
- Ministère de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire ;
- Département des eaux et forêts.

Projet 2.

Renforcement du système d'annonce de crues (Direction Générale de l'Hydraulique)

2.1. Introduction

Malgré son climat aride, le Maroc est confronté à la problématique des inondations, qui s'est accentuée par les effets des changements climatiques.

Une lecture attentive de l'histoire climatique du Maroc durant les dernières années montre que les inondations étaient très fréquentes et le deviennent encore davantage.

Pour ce faire, le Ministère d'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement a adopté une approche participative et concertée pour l'établissement en 2003 d'un Plan National de Protection contre les Inondations (PNI).

Le PNI a permis d'identifier près de 400 sites vulnérables aux inondations dont la protection nécessite la mise en œuvre de mesures structurelles ou préventives souvent coûteuses. C'est notamment le cas de l'oued Ourika où un système de télémessure hydrologique (TMH) et un dispositif d'alerte aux crues ont été réalisés. Un système d'alarme fonctionne déjà et permet d'évacuer les riverains en cas de crue, ce qui permet d'épargner des pertes de vies humaines. Ce dispositif a été mis en place avec la coopération technique et financière du Gouvernement Japonais (Agence japonaise de coopération internationale).

Par ailleurs, rares sont les cas où la seule prévention contre les inondations suffit, notamment lorsque que des espaces inondables ont été volontairement occupés.

Ainsi pour renforcer ses capacités en matière de système TMH (télémessure hydrologique) et de maîtrise d'utilisation des outils d'aide à la décision dans le domaine de la prévision et d'annonce des crues, la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau (DRPE/DGH) souhaite bénéficier d'un financement pour la mise en place des systèmes TMH et l'assistance technique pour l'élaboration d'une plateforme de prévision hydrologique et hydraulique en temps réel dans les bassins de Guir, Draa, Tangérois, Kert, Neckor, Haut et moyen Oum-Er-Rbia, Souss-Massa et Moulouya.

2.2. But et objectifs

Le but du projet consiste à disposer d'une plateforme complète de suivi des cours d'eau en vue d'anticiper les phénomènes d'inondations moyennant des outils d'aide à la décision en matière de monitoring des cours d'eau et d'outils de modélisation qui permettent d'émettre des prévisions hydrologiques et hydrauliques. Les actions à développer sont les suivantes :

Actions	
1	Travaux d'aménagement de nouvelles stations hydrologiques.
2	- Fourniture et installation des équipements pour l'extension des systèmes TMH existants et l'établissement de nouveaux TMH ; - Mise en place d'un superviseur global pour une gestion intégrée des différents systèmes et pour le monitoring de la situation hydrologique à l'échelle des Agences de Bassins Hydrauliques et au niveau central (DRPE).
3	Assistance technique pour la simulation hydrologique.
4	Assistance technique pour la simulation hydraulique.

2.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

Le quatrième axe de la stratégie nationale de l'eau a pour objectifs de réduire la vulnérabilité du pays aux risques liés à l'eau et l'adaptation au changement climatique. L'amélioration de la protection des personnes et des biens contre les inondations constitue une des actions principales de cet axe. Il a pour objectifs de:

- achever les actions retenues dans le Plan National de protection contre les Inondations : objectif de 20 sites protégés par an ;
- intégrer le risque d'inondation dans les plans d'aménagement du territoire, les plans d'urbanisme et le plan d'aménagement des bassins versants ;
- développer la prévision et l'alerte des crues et des plans de secours.

2.4. Résultats attendus du projet

Résultats	Indicateurs de résultats
Anticipation de la connaissance de la genèse des crues.	- Augmentation de la durée de réaction et de prévision.
Surveillance	- Disposer de la mesure hydrologique en temps réel.
Alerte contre les crues	- Elaboration de la carte de vigilance aux crues - Emission d'alerte
Sécurité des personnes	- Réduction du nombre de personnes exposés aux inondations. - Réduction du nombre de personnes à gérer lors d'une crise.
Réduction des dégâts occasionnés	- Réduction des superficies inondées. - Réduction du coût des dégâts occasionnés.
Gestion optimale des retenues des barrages	- Réduction des superficies inondées en aval.

2.5. Portée du projet et la mise en œuvre possible :

Le projet porte sur un ensemble de régions du Maroc identifiées vulnérables aux inondations par le Plan National de Protection contre les Inondations, en occurrence les bassins : Guir, Draa, Tangérois, Kert, Neckor, Haut et moyen Oum-Er-Rbia, Souss-Massa et Moulouya.

Ce projet sera mis en œuvre par les services concernés des Agences des Bassins Hydrauliques et supervisé par la DRPE/DGH.

2.6. Calendrier

Le calendrier des différentes actions est indiqué dans le tableau 15 ci-dessous :

Tableau 15 : Calendrier des différentes actions du projet de renforcement du système d'annonce de crues

Actions	Durée en mois										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	*****										
2							*****				
3	*****										
4				*****							

2.7. Budget

Le coût global du Plan National de Collecte des Eaux Pluviales s'élève à de 4,4 millions de DH (MDH) TTC, réparti comme ci-dessous :

- Action 1 : 0,4 MDH ;
- Action 2 : 3,0 MDH ;
- Actions 3 et 4 : 1,0 MDH.

2.8. Mesure et évaluation

L'évaluation du degré du projet se fera sur la base des critères suivants :

- nombre d'Agences de Bassins Hydrauliques équipées ;
- nombre de sites vulnérables aux inondations équipés ;
- nombre d'inondations évitées par an ;
- nombre de personnes protégées ;
- valeur des biens protégés.

2.9. Complications possibles et défis

Ces risques probables et les mesures à prendre pour les éviter sont indiqués ci-dessous :

- Risque 1 : Submersion des stations hydrométriques par les fortes crues.
Mesure prévue : Aménagement d'un système d'haubanage pour une fixation solide des potences dédiées à l'installation des radars limnimétriques ;
- Risque 2 : Compétences dans le domaine de l'hydrométéorologie
Mesure prévue : Organisation de programmes de formation ciblée.

Stratégie permettant d'améliorer la durabilité du projet :

- ✓ des contrats de maintenance peuvent être conclus par les Agences de Bassins Hydrauliques (ABHs) pour l'entretien et la maintenance du système TMH ;

- ✓ le personnel chargé de l'annonce de crues au niveau des ABHs sera chargé du suivi du système TMH ;
- ✓ organisation des programmes de formation au profit du personnel chargé de l'annonce de crues ;
- ✓ le système à installer et la plateforme de modélisation à développer seront gérés par des structures institutionnelles, en l'occurrence les ABHs et la DRPE, pour veiller à la pérennité et la bonne marche de ce dispositif.

2.10. Responsabilités et coordination

La responsabilité du projet est assurée par le Département de l'Eau (DRPE/DGH) du Ministère d'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement.

Sa mise en œuvre est assurée par les Agences des Bassins Hydrauliques concernées.

Les partenaires du projet sont :

- La Direction de la Météorologie Nationale ;
- Ministère de l'Intérieur ;
- Ministère de l'Agriculture et la Pêche Maritime ;
- Ministère de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire ;
- Département l'Equipement.

2.11. Références bibliographiques :

- Manual on Flood Forecasting and Warning (World Meteorological Organization, 2011)
- Mublications@wmo.int
- www.vigicrues.gouv.fr/
- www.rdbrmc.com/hydroreel2/schapi.pdf
- www.developpement-durable.gouv.fr/-Le-risque-inondation,4260-.html
- www.water.gov.ma/

Projet 3.

Barrage gonflable de la commune de Skoura

(Direction Générale de l'Hydraulique)

3.1. Introduction

Le barrage gonflable (du type "Rubber Tube Dam") est constitué d'une membrane en caoutchouc renforcé accrochée par une ligne d'ancrage sur un massif en béton. Cette membrane est gonflée à l'air ou à l'eau.

Cette solution présente les avantages suivants :

- construction simple et rapide ;
- meilleure capacité de régulation ;
- esthétique (ne nécessite pas de superstructure importante) ;
- maintenance réduite ;
- lutte contre l'envasement des retenues de barrage ;
- optimisation de l'énergie et de l'utilisation des matériaux conventionnels ;
- rapidité de l'exploitation de l'ouvrage.

La durée d'amortissement du coût de l'ouvrage est estimée à 20 ans.

3.2. But et objectifs

Dans le cadre de la promotion du secteur agricole de la commune de Skoura relevant de la Province de Boulmane, le Département de l'eau (DGH) envisage de réaliser un barrage gonflable sur l'oued Guigou pour la dérivation des eaux vers les canaux et seguias existants.

Cette technologie est pratiquée dans le monde (Canada, France, ...) et elle est reconnue par les normes et standards internationaux (AFNOR, ASTM, ISO ...). Ce projet constitue la première expérience au Maroc.

3.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

La stratégie nationale de l'eau du Maroc prévoit la poursuite et l'accélération du rythme de mobilisation des ressources en eau pour accompagner l'augmentation des besoins croissants de la population en eau.

Ce projet permet de renforcer le programme de construction des petits barrages au Maroc, afin de contribuer à l'initiative nationale du développement humain.

3.4. Résultats attendus du projet

Le développement des barrages gonflables au Maroc permettra de :

- ✓ lutter contre le phénomène d'envasement des retenues des grands barrages situés plus en aval (des barrages gonflables);
- ✓ optimiser l'énergie et de l'utilisation des matériaux conventionnels ;
- ✓ augmenter le rythme d'équipement des périmètres agricoles.

Le barrage gonflable de la commune de Skoura :

- ✓ bénéficiera à plus de 900 ménages et à environ 4000 personnes en milieu rural ;
- ✓ permettra l'irrigation intensive de 400 parcelles ;
- ✓ permettra de créer environ 50 000 jours travail.

Les retombées de cet ouvrage sont nombreuses, on cite notamment :

- ✓ l'amélioration de la qualité des eaux ;
- ✓ la formation du personnel au cours du chantier ;
- ✓ la réduction des heures perdues par la corvée de l'eau (affectée généralement aux jeunes enfants et aux femmes ;
- ✓ la lutte contre la pauvreté ;
- ✓ la préservation de la biodiversité (création de retenues et de microclimats) ;
- ✓ la préservation des ressources en eau (réduction de la surexploitation des nappes déficitaires) ;
- ✓ la préservation des sols (régularisation des écoulements et lutte contre l'érosion du sol).

3.5. Portée du projet et la mise en œuvre possible

Le projet de barrage de Skoura a une portée locale, mais sa réussite permettra de généraliser ce type d'ouvrages à l'ensemble du territoire national.

3.6. Calendrier

L'étude du projet de barrage de Skoura est achevée, sa réalisation peut être entamée dès que le financement sera trouvé.

3.7. Budget

Le coût du projet s'élève à 30 millions de DH (MDH), répartis comme ci-dessous :

- coût des travaux de Génie Civil : 13 MDH;
- coût de l'acquisition de la technologie : 17 MDH.

3.8. Mesure et évaluation

L'évaluation de ce projet concerne :

- le nombre de m³ d'eau régularisés ;
- le nombre de ménages bénéficiaires ;
- le nombre d'hectares irrigués ;
- le degré d'amélioration de la santé de la population bénéficiaire ;
- le degré d'amélioration du niveau de vie de la population bénéficiaire ;
- le degré d'amélioration du taux de la scolarisation ;
- etc.

3.9. Complications possibles et défis

Les défis du projet concernent notamment :

- la disponibilité de financement ;
- l'absence de compétences spécialisées au niveau national.

3.10. Responsabilités et coordination

La responsabilité du projet est assurée par le département de l'eau (DGH) du ministère des énergies, des mines, de l'eau et de l'environnement (MEMEE).

Sa mise en œuvre est assurée par l'Agence de Bassin Hydraulique de la Moulouya.

Les partenaires du projet sont :

- Ministère de l'Intérieur ;
- Commune Rurale de Skoura ;
- Ministère de l'Agriculture et la Pêche Maritime ;Département des eaux et forêts.

Projet 4. Recharge Artificielle de la Nappe de Guelmim (Direction Générale de l'Hydraulique)

4.1. Introduction

La recharge artificielle des nappes (RAN) est un procédé permettant de stocker dans le sous-sol de grands volumes d'eau excédentaires de diverses origines (eau superficielle des cours d'eau, eau des barrages, eau de pluie récupérée, eau usée épurée, etc.) pour qu'elle soit prélevée et utilisée pendant les périodes déficitaires (sécheresses prolongées).

Plusieurs dispositifs de LA RAN sont utilisés dans le monde, chacun est adapté à un contexte hydrogéologique et climatique particuliers (nappe superficielle, nappe profonde, nappe côtière, nappe en milieu poreux, nappe en milieu fissuré, etc.). Ces dispositifs peuvent être des bassins d'infiltration, des tranchées d'infiltration, des seuils à travers des lits des cours d'eau, des puits, des forages, des Khetaras, etc.

4.2. But et objectifs

Le projet consiste à réaliser des seuils de recharge sur l'oued Seyyad du bassin du Guercif, en vue de la recharge artificielle de la nappe de Guelmim située dans le sud du Maroc (Fig. 48).

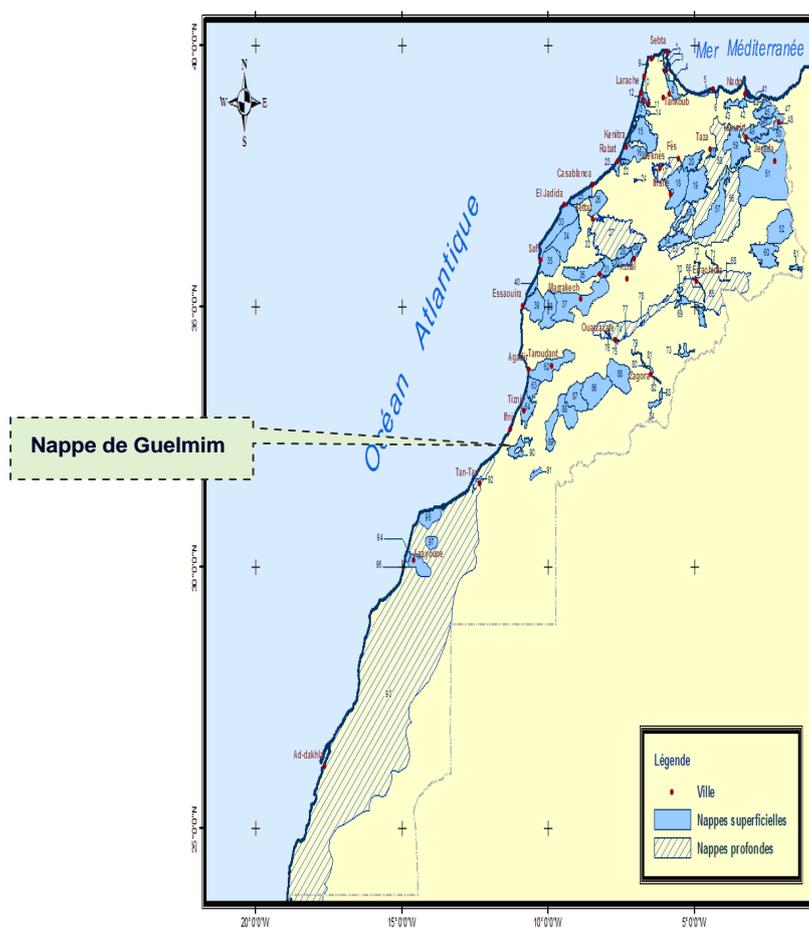


Figure 48 : Situation de la nappe de Guelmim

4.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

La stratégie nationale de l'eau du Maroc prévoit le renforcement de la recharge artificielle des nappes, avec un volume moyen de 270 Mm³/an à l'horizon 2030.

4.4. Résultats attendus du projet

Les résultats attendus de ce projet sont :

- la reconstitution des réserves de la nappe surexploitée de Guelmim;
- la limitation de la perte d'eau par évaporation dans la retenue du barrage projeté sur l'oued Seyed;
- la mise à disposition des agriculteurs (situés en aval) de l'eau stockée du projet projeté ;
- la remontée du niveau de la nappe, ce qui réduira les coûts d'exploitation.

4.5. Portée du projet et la mise en œuvre possible

Ce projet a une portée régionale, car il va profiter à toute la population concernée par la nappe de Guelmim, qui s'étend sur une superficie d'environ 1000 km².

4.6. Calendrier

Les travaux à réaliser (seuils) sont programmés après la fin des travaux du barrage sur l'oued Essayed, prévu avant 2014

4.7. Budget

Le coût global des trois projets pilotes s'élève à 30 MDH (études et travaux)

4.7. Mesure et évaluation

L'évaluation de ce projet concerne :

- le nombre de dispositifs de recharge réalisés ;
- le nombre de m³ d'eau rechargés dans la nappe de Guelmim;
- le taux d'abattement du déficit de la nappe de Guelmim ;
- la hauteur moyenne de remontée des niveaux de l'eau de la nappe de Guelmim ;
- le nombre d'hectares supplémentaires irrigués ;
- le degré d'amélioration du niveau de vie de la population.

4.9. Complications possibles et défis

Les défis du projet concernent notamment la disponibilité des financements.

4.10. Responsabilités et de la coordination

La responsabilité du projet est assurée par le département de l'eau (DGH) du ministère des énergies, des mines, de l'eau et de l'environnement (MEMEE).

Les études seront menées par l'ABH de Souss et les travaux seront assurés par la DGH.

Les partenaires du projet sont :

- le ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement ;
- le ministère de l'intérieur ;
- l'École Hassania des Travaux Publics.

Projet 5. Recharge Artificielle de la Nappe de Berrechid (Agence de Bassin Hydraulique du Bouregreg et de la Chaouiâ)

5.1. Introduction

La recharge artificielle des nappes (RAN) est un procédé permettant de stocker dans le sous-sol de grands volumes d'eau excédentaires de diverses origines (eau superficielle des cours d'eau, eau des barrages, eau de pluie récupérée, eau usée épurée, etc.) pour qu'elle soit prélevée et utilisée pendant les périodes déficitaires (sécheresses prolongées).

Plusieurs dispositifs de LA RAN sont utilisés dans le monde, chacun est adapté à un contexte hydrogéologique et climatique particuliers (nappe superficielle, nappe profonde, nappe côtière, nappe en milieu poreux, nappe en milieu fissuré, etc.). Ces dispositifs peuvent être des bassins d'infiltration, des tranchées d'infiltration, des seuils à travers des lits des cours d'eau, des puits, des forages, des Khetaras, etc.

5.2. But et objectifs

Le projet consiste à réaliser 13 seuils hydrauliques à travers les oueds EL Himer, Mazer et Tamedrost dans le bassin de Berrechid en vue de la recharge artificielle de la nappe Plio-Quaternaire de Berrechid (située dans la partie centrale du Maroc, au sud de la grande métropole de Casablanca, Fig. 49), avec un volume moyen d'environ 48 millions de m³/an (soit environ un débit de 1.5 m³/s).

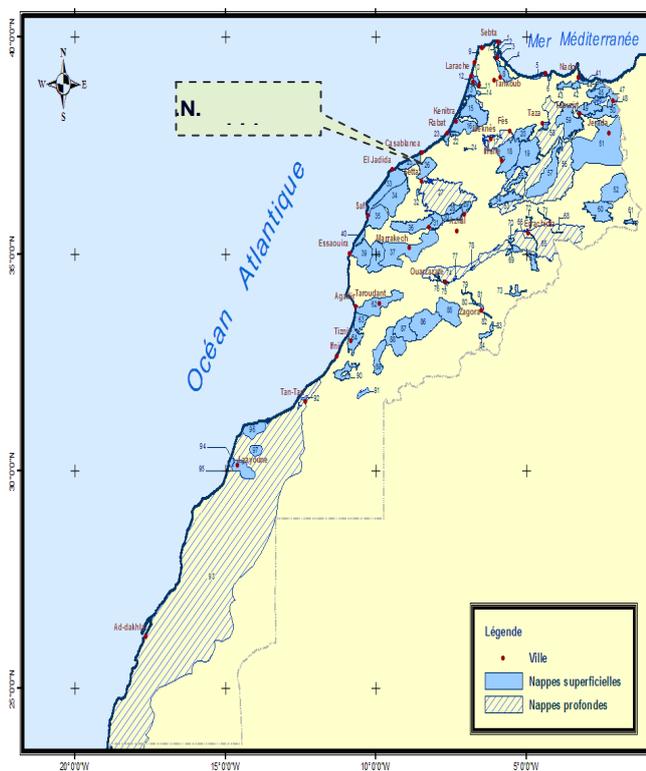


Figure 49 : Situation de la nappe de Berrechid

5.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

La stratégie nationale de l'eau du Maroc prévoit le renforcement de la recharge artificielle des nappes, avec un volume moyen de 270 Mm³/an à l'horizon 2030.

5.4. Résultats attendus du projet

Les résultats attendus de ce projet sont :

- la reconstitution des réserves de la nappe surexploitée de Berrechid (déficit annuel : 20 Mm³/an) ;
- la limitation de la perte d'eau par évaporation dans la retenue du barrage de EL Himer situé au sud du bassin de Berrechid;
- la limitation de la perte d'eau en mer pendant les périodes de crues;
- la remontée du niveau de la nappe, ce qui réduira les coûts d'exploitation ;
- la protection des villes de Berrechid et de Casablanca contre les inondations ;
- etc.

5.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles

Ce projet a une portée régionale, car il va profiter à toute la population concernée par le barrage et de la nappe de Berrechid, qui s'étend sur une superficie d'environ 1 500 km².

5.6. Calendrier

L'étude de la possibilité de recharge artificielle de la nappe de Berrechid par les eaux des nouveaux barrages de EL Himer, Mazer et Tamedrost est en cours de finalisation.

5.7. Budget

Le coût global des trois projets pilotes s'élève à en 3.5 millions de DH.

5.8. Mesure et évaluation

L'évaluation de ce projet concerne :

- le nombre de dispositifs de recharge réalisé ;
- le nombre de m³ d'eau rechargés dans la nappe de Berrechid ;
- le taux d'abattement du déficit de la nappe de Berrechid ;
- la hauteur moyenne de remontée des niveaux de l'eau de la nappe de Berrechid ;
- le degré d'amélioration du niveau de vie de la population ;
- etc.

5.9. Complications possibles et défis

Les défis du projet concernent notamment la disponibilité des financements.

5.10. Responsabilités et de la coordination

La responsabilité du projet est assurée par l'Agence de Bassin Hydraulique du Bouregreg et de la Chaouiâ (situé dans la ville de Ben Slimane).

Les partenaires du projet sont :

- le ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement ;
- le ministère de l'intérieur ;
- le ministère de l'agriculture et de la pêche maritime ;
- l'École Hassania des Travaux Publics.

Projet 6.

Renforcement de l'Alimentation en eau potable de quelques villes du Maroc par le dessalement de l'eau de mer et par déminéralisation des eaux saumâtres (Office National de l'Eau Potable et de l'Electricité)

6.1. Introduction

Le dessalement est une technologie éprouvée, basée sur la séparation du sel et de l'eau soit par distillation, soit par utilisation de membranes semi-perméables. Dans ce dernier cas, l'eau étant soumise à une haute pression de refoulement qui oblige l'eau à traverser les dites membranes. Pour assurer le rendement le plus élevé du système, l'eau à traiter doit subir un prétraitement destiné à éliminer les matières en suspension pouvant être à l'origine de colmatage de ces membranes et par conséquent de la chute de débit, l'accroissement de la perte de charge et de la consommation énergétique. L'eau produite (débarassée des sels) doit subir une légère re-minéralisation pour la ramener à son équilibre calco-carbonique.

Les besoins en eau de plusieurs villes du Maroc augmentent, alors que les ressources en eau conventionnelles sont en baisse continue en raison de l'impact négatif des changements climatiques. Une des alternatives possibles pour la satisfaction des besoins croissants de ces villes en eau potable est constituée par l'utilisation des eaux non conventionnelles. Le dessalement de l'eau de mer et la déminéralisation des eaux saumâtres (utilisant la technique de l'osmose inverse) sont des solutions qui ont fait leurs preuves dans plusieurs pays du monde. Le Maroc (qui dispose d'un littoral de 3500 km de long et d'un potentiel renouvelable en eau saumâtre de plus de 500 Mm³/an) doit développer ces solutions pour faire face à ses besoins en eau, de plus en plus croissants.

6.2. But et objectifs

Le but de ce projet est le renforcement de l'alimentation en eau potable de cinq villes du Maroc et de leurs environs (situées au sud et au nord), qui sont : Boujdour, Dakhla, Laâyoune, Sidi Ifni et Al Hoceima par dessalement.

Le débit total projeté à partir de tous ces projets s'élève à 1.12 m³/s (soit environ 35,3 millions de m³/an), réparti comme indiqué dans le tableau 16 ci-dessous :

Tableau 16 : Débit de dessalement et de déminéralisation projeté par l'ONEP

Ville	Type de traitement	Débit d'eau potable à produire (l/s)
Boujdour	Dessalement	120
Dakhla	Dessalement	200
Laâyoune	Dessalement	300
Sidi Ifni, centres et douars avoisinants	Dessalement	200
AL Hoceima et région	Dessalement	200
Tarfaya	Dessalement avec utilisation des énergies renouvelables	40
Zagora	Déminéralisation des eaux souterraines saumâtres	60
	Total :	1120 l/s

6.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

Le dessalement (de l'eau de mer) et la déminéralisation (des eaux saumâtres) constituent des ressources en eau non conventionnelles, permettant au Maroc de combler les déficits enregistrés (ces dernières décennies) et projetés en eaux conventionnelles, conséquences directes des changements climatiques.

La nouvelle stratégie nationale de l'eau prévoit la production d'un volume de 400 Mm³/an par dessalement (de l'eau de mer) et déminéralisation (des eaux saumâtres) à l'horizon 2030.

L'utilisation de cette nouvelle ressource non conventionnelle permettra, principalement :

- de réduire le déficit du bilan des nappes surexploitées et la remontée de leurs niveaux piézométriques ;
- l'amélioration des conditions socio-économiques de la population des villes bénéficiaires ;
- l'amélioration de la santé de la population.

La reconstitution des réserves des nappes surexploitées permettra également :

- la réapparition des sources taries ;
- le renforcement des débits des oueds alimentés par les nappes d'eau souterraine ;
- l'arrêt de l'avancement du biseau salé dans les nappes côtières.

6. 4. Résultats attendus du projet

Les résultats du projet concernent :

- le renforcement de l'alimentation en eau potable de sept importantes villes du Maroc par des eaux dessalées et/ou déminéralisées;
- l'amélioration des conditions socio-économiques de la population des villes concernées ;
- l'amélioration de la santé de la population ;
la baisse du déficit des bilans des nappes surexploitées.

6.5. Portée du projet et mise en œuvre possibles

La portée de ce projet est nationale, car il concerne plusieurs villes situées dans différentes régions du Maroc.

6.6. Calendrier

Le calendrier de chaque projet est indiqué dans le tableau 17 ci-dessous:

Tableau 17 : Calendrier des différents projets de dessalement et de déminéralisation projetés par l'ONEP

Ville	Planning prévisionnel de réalisation
Boujdour	Lot 1 Station de dessalement et équipements des forages : En cours de jugement Début travaux : Novembre 2012 Mise en service prévisionnelle : Février 2014
Dakhla	Etudes : Fin 2014 Lancement + Jugement+marché : Six (6) mois. Travaux : Vingt et Un (21) mois
Laâyoune	Achèvement études et mobilisation financement : 2013 Début travaux : 2014 Mise en service : 2015

Sidi Ifni, centres et douars avoisinants	Stade actuel : Etude de faisabilité en cours. Début Travaux : 2014 Mise en service prévisionnelle : 2015-2016.
AL Hoceima et région	Etudes détaillées: Mai 2012-Avril 2014 (y compris délai de passation des marchés) Consultation, jugement et établissement des marchés travaux : Avril 2014-Avril 2015 Travaux : Avril 2015-Décembre 2016.
Tarfaya	Achèvement études et mobilisation financement : 2014 Début des travaux : 2015 Mise en service : 2016
Zagora	Etudes : Fin 2012 Lancement + Jugement+marché : Six (6) mois. Travaux : Vingt et Un (21) mois

6.7. Budget

Le budget prévisionnel de chaque projet de dessalement est indiqué dans le tableau 18 ci-dessous :

Tableau 18 : Coût des différents projets de dessalement et de déminéralisation projetés par l'ONEP

Ville	Coût du projet estimé (en millions de DH)
Boujdour	150
Dakhla	250
Laâyoune	350
Sidi Ifni, centres et douars avoisinants	230
AL Hoceima et région	330
Tarfaya	35
Zagora	50
Total :	1395 millions de DH (environ 155 millions de dollars US)

6.8. Mesure et évaluation

L'évaluation de ce projet se fera sur la base des critères suivants :

- le nombre de stations de dessalement et de déminéralisation réalisées ;
- le nombre de m³ d'eau potable produit par ces stations ;
- l'amélioration du taux de couverture de la demande en eau des populations des villes desservies ;
- le taux d'abattement du déficit des nappes surexploitées situées dans les régions concernées ;
- le taux d'amélioration de la santé des populations concernées ;
- le développement socio-économique des villes desservies ;
- etc.

6.9. Complications possibles et défis

Les complications et défis à surmonter sont surtout d'ordre financier.

6.10. Responsabilités et coordination

La responsabilité et la mise en œuvre du projet sont assurées par l'ONEP.

Les partenaires du projet sont :

- Le ministère de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement ;
- L'Ecole Hassania des Travaux Publics.

Projet 7.
Lutte contre le développement des cyanophycées toxiques dans
les ouvrages d'eau potable
(Office National de l'Eau Potable)

7.1. Introduction

Les changements climatiques constituent un des facteurs à considérer eu regard à la prolifération des cyanobactéries toxiques. L'ONEP dispose d'une base de données importante sur les phytoplanctons (y compris les cyanobactéries) dans les eaux des retenues de barrages (utilisées pour la production d'eau potable au Maroc) qui remonte aux années 1980. Cependant, Les travaux sur les toxines algales et leurs impacts sur la capacité de traitement des stations de production d'eau potable, selon la dynamique des proliférations de cyanobactéries et particulièrement les périodes à risque pour ce type d'événements, sont relativement récentes (début des années 2000).

7.2. But et objectifs

L'objectif principal du projet est de faire le point sur l'état des connaissances :

- de la présence des cyanobactéries dans les eaux des retenues de barrages marocaines (utilisées pour la production d'eau potable) ;
- des possibilités d'élimination de ces cyanobactéries au niveau des unités de traitement, tout en intégrant le volet de l'impact des changements climatiques sur la prolifération des cyanobactéries toxiques ;
- des modes d'échantillonnage et les méthodes d'analyses des cyanobactéries.

7.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

La sécurisation sanitaire des eaux produites est un objectif de toutes les démarches visant à mettre en place des approches de gestion intégrée des ressources en eau. De telles démarches, amorcées à l'initiation des projets, doivent viser l'efficacité des projets en toutes circonstances.

La maîtrise de développement des cyanobactéries dans les eaux des retenues de barrages eu égard aux impacts des changements climatiques permettra de mettre en place les méthodes de caractérisation, de suivi et de traitements appropriés pour pérenniser la qualité des eaux produites et sa conformité aux normes et standards en vigueur.

7.4. Résultats attendus du projet

Les résultats attendus du projet concernent notamment:

- la compilation des données historiques sur l'occurrence des cyanobactéries et cyanotoxines au Maroc et dans la région méditerranéenne ;
- la définition des scénarios d'occurrence des cyanobactéries dans la perspective des changements climatiques ;
- la réalisation d'une analyse critique des données scientifiques portant sur l'élimination des cyanobactéries et leur réduction par les procédés de traitement utilisés en eau potable au Maroc ;
- l'évaluation de la vulnérabilité des installations de production de l'eau potable (eau de surface) existantes de l'ONEP à une augmentation des épisodes de prolifération de cyanobactéries toxiques.

7.5. Portée du projet et mise en œuvre possibles

Le projet portera sur toutes les eaux de surface mobilisées au Maroc. L'expertise acquise pourrait être exportée à d'autres pays du pourtour méditerranéen.

7.6. Calendrier

- Lancement de l'étude : mi- 2013
- Fin de l'étude : début 2014.

7.7. Budget

Le coût du projet est estimé à 2 000.000 de DH TTC.

7.8. Mesure et évaluation

L'évaluation de ce projet concerne :

- l'établissement d'une base de données et d'une cartographie des retenues des barrages contenant des cyanophycées;
- l'établissement d'un historique de production de cyanophycées toxiques dans les retenues des barrages ;
- la maîtrise des méthodes de caractérisation des cyanophycées toxiques dans les retenues des barrages ;
- la maîtrise des traitements préventifs et curatifs à mettre en place ;
- la conformité des eaux produites dans les stations d'eau potable aux normes en vigueur ;
- etc.

7.9. Complications possibles et défis

Les complications et défis à surmonter sont surtout d'ordre financier à même de permettre de :

- assurer une assistance technique et le renforcement de capacité ;
- bénéficier d'un appui à la mise en place d'une unité de recherche (dans une institution universitaire) sur les cyanobactéries.

7.10. Responsabilités et coordination

La responsabilité et la mise en œuvre du projet sont assurées par l'ONEP.

Les partenaires du projet sont :

- Le ministère de la santé ;
- L'École Hassania des Travaux Publics.

Projet 8.
Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI).
(Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole)

8.1. Introduction

Le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) s'inscrit dans :

- les mesures transverses du Plan Maroc Vert (adopté en 2008), qui visent à atténuer la contrainte hydrique, considérée comme le principal facteur limitant à l'amélioration de la productivité agricole au Maroc ;
- l'axe de la gestion de la demande et de la valorisation de l'eau de la stratégie nationale de l'eau (adoptée en 2009), notamment son volet relatif à l'Economie de l'Eau en Irrigation.

Les principales composantes de ce programme sont :

- la modernisation des réseaux d'irrigation (en grande hydraulique) ;
- l'équipement des exploitations agricoles en irrigation localisée, moyennant les aides financières de l'Etat ;
- l'appui et l'accompagnement des agriculteurs pour la valorisation de l'eau :
 - ✓ introduction des systèmes de cultures à haute valeur ajoutée ;
 - ✓ agrégation ;
 - ✓ recherche, développement, conseil.... ;
 - ✓ renforcement des capacités (agriculteurs, organisations professionnelles, services techniques...).

8.2. But et objectifs

Les principaux objectifs du PNEEI sont :

- l'atténuation des effets de la raréfaction des ressources en eau ;
- l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau en irrigation, par :
 - ✓ la reconversion à l'irrigation localisée : potentiel de 2 Milliards m³/an, avec un rythme moyen de reconversion de 40 000 ha/an;
 - ✓ l'amélioration des rendements des réseaux d'irrigation: potentiel de 400 millions de m³/an.

Le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI), vise la reconversion aux techniques d'irrigation économes d'eau (irrigation localisée sur une superficie de 550 000 Ha entre 2008 et 2012) d'environ 50% de la superficie totale aménagée au niveau national, répartis comme ci-dessous (Fig. 50):

- 220 000 ha : reconversion collective ;
- 330 000 ha : reconversion individuelle.

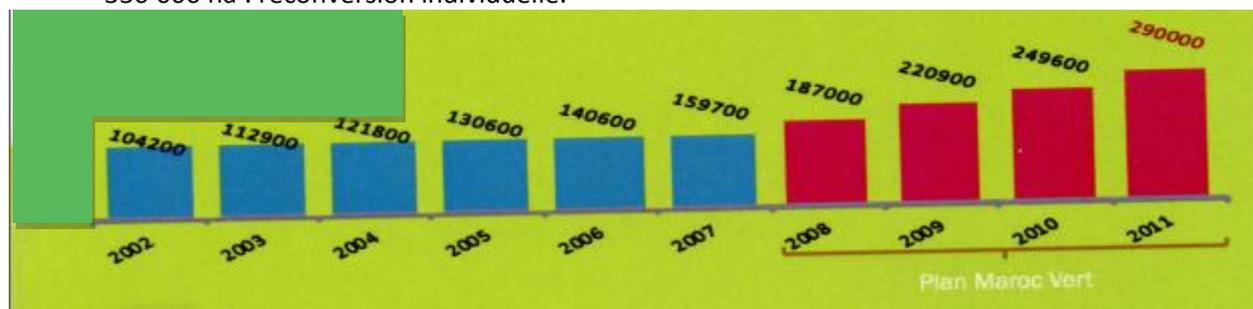


Figure 50 : Evolution des superficies équipées en système d'irrigation localisée

8.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

Le Plan Maroc Vert place l'économie de l'eau dans l'irrigation comme l'un des objectifs principaux, notamment par la reconversion des systèmes d'irrigation classiques (gravitaire et aspersion) en système d'irrigation localisée économe d'eau et ce sur une superficie de 550 000 ha à l'horizon 2020 (environ 50% de la superficie totale aménagée au niveau national).

Le PNEEI (axé sur le déploiement à grande échelle du système d'irrigation localisée) répond parfaitement aux objectifs du Plan Maroc Vert (nouvelle stratégie nationale de l'agriculture).



Figure 51 : Projets de reconversion des périmètres irrigués prévus par le PNEEI

8.4. Résultats attendus du projet

Les principaux impacts attendus du PNEEI sont:

- L'amélioration de la productivité de l'eau. Au terme du programme, un doublement de la valorisation du m³ d'eau est attendu ;
- La réalisation d'économies substantielles sur les ressources en eau. Au terme du programme près de 1,4 milliard de m³ de pertes seront évitées et bénéficieront aux cultures;
- La réduction de la pollution des ressources en eau par la maîtrise des apports d'eau et des fertilisants ;
- La réduction de la vulnérabilité du secteur agricole aux changements climatiques ;
- La création de l'emploi à travers l'intensification de la mise en valeur agricole à l'amont et à l'aval de l'activité agricole.

Le principal message véhiculé par le PNEEI est la valorisation maximale du m³ d'eau utilisé pour l'irrigation.

8.5. Portée du projet et mise en œuvre possible

Le projet PNEEI a une portée nationale et concerne les deux secteurs les plus importants de l'économie nationale ; l'eau et l'agriculture.

L'irrigation au Maroc :

- concerne 1.5 million d'ha aménagés (18 % de la Superficie Agricole Utile ; SAU) ;
- utilise 80 % des ressources en eau mobilisées ;
- produit 45% de la valeur ajoutée agricole totale ;
- utilise 50 % de la main d'œuvre généré par l'agriculture ;
- participe avec 75% du total des exportations agricoles.

Les principaux impacts attendus du PNEEI :

- économie d'eau de 20 à 50 % ;
- augmentation des rendements des cultures de 10 à 100 % ;
- doublement de la valeur ajoutée par m³ d'eau (de 2.6 DH/m³ à 5.6 DH/m³) ;
- augmentation de la production et des exportations agricoles nationales ;
- gestion durable des nappes d'eau souterraine à travers la maîtrise de l'apport d'eau aux cultures ;
- adaptation aux changements climatiques à travers l'atténuation des pénuries d'eau ;
- réduction de la pollution des ressources en eau, à travers l'atténuation du lessivage des engrais et une meilleure maîtrise des apports d'eau et des engrais ;
- atténuation du risque d'intrusion des eaux marines dans les nappes côtières dû à la surexploitation des nappes.

8.6. Calendrier

Le PNEEI s'étale dans la période comprise entre 2008 et 2020.

8.7. Budget

Le coût global du PNEEI est de 37 milliards de DH, répartis comme ci-dessous :

- modernisation collective des périmètres irrigués: 17.5 milliards de DH ;
- Modernisation individuelle des périmètres irrigués: 10.5 milliards de DH ;
- Mesures d'accompagnement : 9 milliards de DH.

8.8. Mesure et évaluation

L'évaluation du PNEEI concerne :

- le volume d'eau (millions de m³) économisé par an ;
- la superficie équipée (ha) par an par le système d'irrigation localisée;
- le taux d'amélioration des rendements agricoles.
- l'amélioration du niveau de vie des agriculteurs.

8.9. Complications possibles et défis

Les défis du PNEEI concernent notamment :

- la disponibilité de l'eau (qui devient de plus en plus rares à cause des effets des changements climatiques) ;
- la disponibilité des financements.

8.10. Responsabilités et coordination

Le PNEEI est géré par le ministère de l'agriculture et de la pêche (MAPM).

Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAEA(MAPM)).

Projet 9.
Programme de Résorption du Décalage entre les barrages et les aménagements hydro agricoles (PRD).
(Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole)

9.1. Introduction

Le PRD vise l'extension et la réhabilitation des périmètres d'irrigation associés aux barrages existants ou programmés entre 2009 et 2017 et portant sur une superficie de 145 450 ha, répartie en (Fig. 52):

- 108 800 ha de Grande Hydraulique (GH);
- 36 650 ha de Petite et Moyenne Hydraulique (PMH).

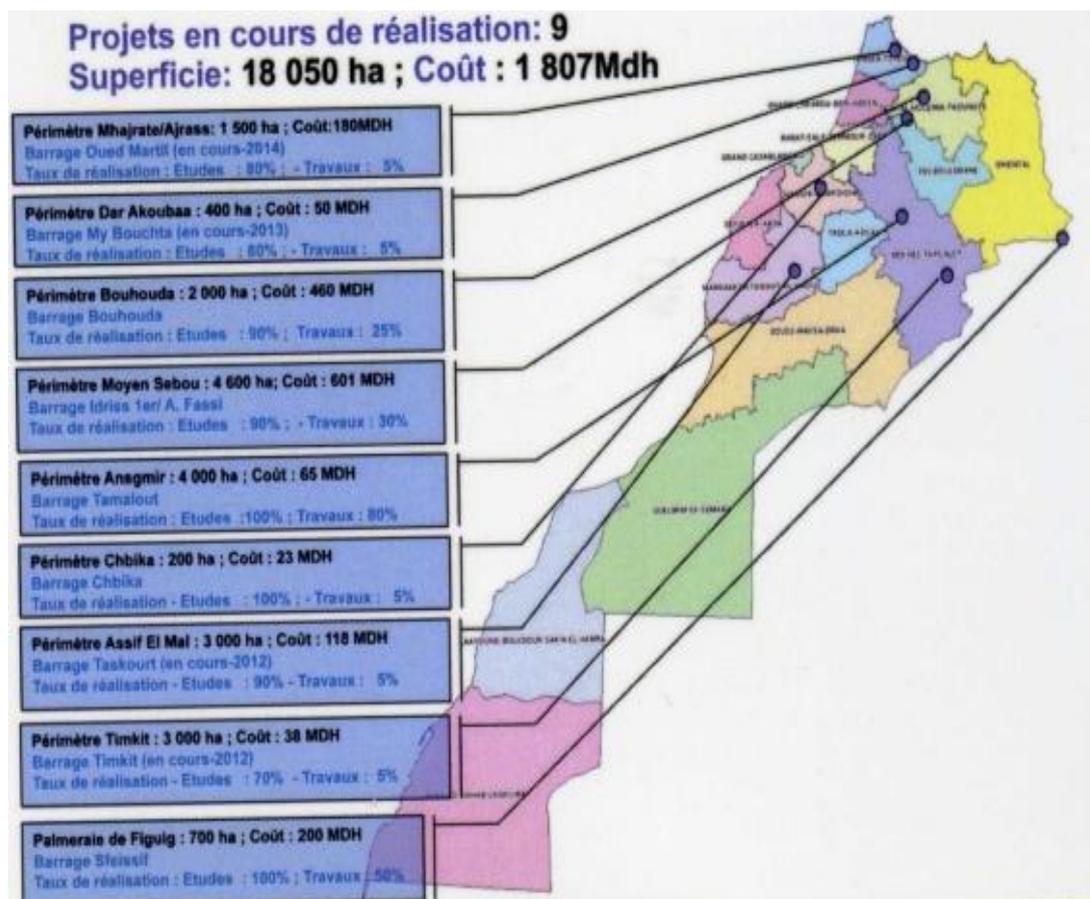


Figure 52: Périmètres concernés par le Programme de Résorption du Décalage entre les barrages et les aménagements hydro agricoles (PRD).

Quatre projets sont en cours de réalisation sur 11 300 ha (Tab. 19) et 4 autres projets sont en cours de lancement sur 5 100 ha.

Les périmètres d'extension de l'irrigation sont conçus en réseau basse pression et avec prise sur les barrages pour l'adoption des techniques d'irrigation économes en eau et pour l'utilisation de la pression hydraulique disponible au niveau des barrages.

Tableau 19 : Calendrier des différentes actions du projet de renforcement du système d'annonce de crues

- Superficie totale	: 18 600 ha ;				
- Coût global	: 2 305 MDH ;				
- Période de réalisation	: 2013-2017.				
Etat d'avancement : Etudes 30% à 100%					
Région	Barrage	Périmètres d'irrigation	Superficie (ha)	Coût global (Mdh)	Période de réalisation
Taza – Taounate - Al Hoceima-	Asfalou	Ouergha Amont	4 300	581	2013-2016
Gharb- Chrarda-Béni Hssen et Taza-Taounate-Al Hoceima-	Al Wahda	Ouergha Aval	11 000	1 485	2013-2017
Meknès - Tafilalet	Kaddoussa	Plaine de Boudnib	1 000	109	2013-2016
Marrakech-Tansift-Al Haouz	Zerar	Ksob	1 300	100	2013-2015
Souss- Massa- Drâa	Sidi Abdellah	Tamaloukt	1 000	30	2013-2016
Total			18 600	2 305	-

9.2. But et objectifs

Les principaux objectifs du PRD sont :

- la valorisation des ressources en eau (1.2 milliards de m³ d'eau et 2.3 milliards DH/an de valeur ajoutée) ;
- l'amélioration de l'efficacité de la distribution de l'eau d'irrigation ;
- l'accroissement des revenus des agriculteurs ;
- l'atténuation de l'exode rural vers les villes.

9.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

Le PRD est adopté en tant que mesure transverse du Plan Maroc Vert qui concerne plusieurs régions du Maroc. Son objectif est d'améliorer les conditions socio-économiques de la population rurale.

9.4. Résultats attendus du projet

Les principaux impacts attendus du PRD sont:

- le ralentissement de l'exode rural grâce à l'amélioration des revenus et des conditions de vie en milieu rural;
- l'amélioration de la capacité organisationnelle des communautés rurales et des AUEA impliquées dans la gestion des projets ;
- l'amélioration des revenus des agriculteurs par une augmentation moyenne estimée entre 5 000 et 8 000 DH/an ;
- la création d'emploi : plus de 60 000 emplois permanents et des journées de travail annuellement pendant la période des travaux ;
- le renforcement des capacités au niveau régional et provincial en matière de procédures d'évaluation environnementale.

Le principal message véhiculé par le PRD est la valorisation maximale des périmètres agricoles situés en aval des barrages existants ou programmés et l'amélioration du niveau socio-économique des agriculteurs.

9.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles

Le projet PRD a une portée nationale et concerne plusieurs régions du Maroc, dont les caractéristiques générales sont indiquées dans le tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20 : Projets d'équipement de grande hydraulique

Région	ORMVA	Barrage	Périmètres d'irrigation	Superficie (ha)	Coût global (Mdh)	Période de réalisation des projets
Gharb-Chrarda-Béni Hssen	GHARB	EL WAHDA	Zone Est (E3, E5, Z6) (*)	23 500	3 631	2013-2017
			Zone côtière	38 000	4 782	2013-2017
			Zone centrale	26 300	3 553	2014-2018
Tanger-Tétouan	LOUKKOS	DAR KHROFA	Dar Khrofa	21 000	2 168	2012-2015
Total : Grande hydraulique (4 périmètres)				108 800	14 134	-

Les fiches suivantes concernent l'équipement des trois périmètres irrigués suivants :

9.6. Calendrier

Le PRD s'étale dans la période comprise entre 2009 et 2017.

9.7. Budget

Le coût global du PRD est de 18.5 Milliards de DH.

9.8. Mesure et évaluation

L'évaluation du PRD concerne :

- le nombre de périmètres équipés ;
- la superficie équipée par an ;
- le nombre de m³ d'eau valorisé.

9.9. Complications possibles et défis

Les défis du PRD concernent notamment la disponibilité des financements.

9.10. Responsabilités et de la coordination

Le PRD est géré par le ministère de l'agriculture et de la pêche (MAPM).

Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAEA(MAPM)).

Projet 9A.
Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre de Dar Akoubaa dans la
province de Chefchaouen.
(Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole)

1. Type de projet

Projet d'aménagement hydro-agricole du périmètre Dar Akobaâ associé au barrage Moulay Bouchta (en cours de construction) dans la province de Chefchaouen (Fig. 53).



Figure 53: Carte de situation du périmètre de Dar Akouba

2. Données générales

- Région : Tanger-Tétouan ;
- Province : Chefchaouen ;
- Commune Rurale : Dardara ;
- Superficie du projet : 400 ha ;
- Nombre d'agriculteurs : 265.

3. Objectifs du projet

- sécuriser une partie importante de la production agricole;
- intensifier la mise en valeur agricole;
- permettre la pratique des spéculations plus rémunératrices ;
- améliorer les revenus des populations rurales et augmenter l'offre d'emploi ;
- lutter contre l'érosion et la préservation des ressources naturelles.

4. Ressources en eau

- Barrage My Bouchta avec une dotation d'eau réservée à l'agriculture de 3 Mm³.

5. Consistance du projet

Les infrastructures d'irrigation prévues pour l'aménagement du périmètre Dar Akobaâ (400 ha) se présentent comme suit:

- ouvrages de tête et conduite d'amenée (9 Km) ;
- réseaux d'irrigation (15 Km) ;
- réseaux d'assainissement et de Pistes;
- équipement des parcelles en irrigation localisée.

6. Coût du projet

- 60 millions de DH (MDH).

7. Calendrier

- Période d'exécution : 2011-2014.

8. Impacts du projet

Le projet va permettre de :

- créer une valeur ajoutée agricole annuelle estimée à 10 MDH ;
- générer près 125 000 journées de travail au cours de son exécution ;
- générer près de 28 000 journées de travail par an grâce aux activités directes de la production agricole.

9. Etat d'avancement

Activités en cours

- les études d'aménagement sont en cours d'achèvement (90%) ;
- les travaux des ouvrages de tête et adducteur (9km) démarreront au cours du 4ème trimestre 2011.

Activités restantes à réaliser

- réseaux d'irrigation (15 Km) ;
- réseaux d'assainissement et de Pistes;
- équipement des parcelles en irrigation localisée.

Projet 9B.
Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre du Ksob
dans la province d'Essaouira
(Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole)

1. Type de projet

Projet d'aménagement hydro-agricole du périmètre du Ksob associé au barrage Zerrar (en cours de réalisation) dans la province d'Essaouira (Fig. 54).



Figure 54: Carte de situation du périmètre du Ksob

2. Données générales

- Région: Marrakech-Tensift-El Haouz;
- Province : Essaouira ;
- Commune Rurale : Sidi El Jazouli ;
- Superficie du projet : 1 300 ha.

3. Objectifs du projet

- intensifier la mise en valeur agricole;
- permettre la pratique des spéculations plus rémunératrice ;
- améliorer les revenus des populations rurales, et augmenter l'offre d'emploi.

4. Ressources en eau

Barrage Zerrar avec une dotation d'eau réservée à l'agriculture de 12 millions m³.

5. Consistance du projet

Les infrastructures d'irrigation prévues pour l'aménagement du périmètre Ksob (1300 ha) se présentent comme suit :

- ouvrage de raccordement au barrage ;
- adduction (12 km) ;
- réseau d'irrigation (40 km) ;
- réseau de pistes, d'assainissement et de protection.

6. Coût du projet

- 100 millions de DH (MDH).

7. Calendrier

- Période d'exécution : 2011-2014.

8. Impacts du projet

Le projet va permettre de :

- créer une valeur ajoutée agricole annuelle estimée à 39 millions de Dh ;
- générer près 275 000 journées de travail au cours de son exécution ;
- générer près de 104 000 journées de travail par an grâce aux activités directes de la production agricole.

9. Etat d'avancement

Activités en cours :

- études d'aménagement en cours (taux de réalisation de 70%);
- études d'exécution des ouvrages de tête et de l'adducteur sont en cours d'achèvement.

Activités restantes à réaliser

- travaux de l'ouvrage de raccordement au barrage et d'adduction (12 km) ;
- réseau d'irrigation (40 km) ;
- réseau de pistes, d'assainissement et de protection.

Projet 9C :
Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre du Mharjat-Arjat
dans la province de Tétouan
(Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole)

1. Type de projet

Projet d'aménagement hydro-agricole du périmètre Mharjat-Ajras associé au barrage Oued Martil (en cours de construction) dans la province de Tétouan (Fig. 55).



Figure 55: Carte de situation du périmètre du Mharjat-Ajras

2. Données générales

- Région : Tanger-Tétouan ;
- Province : Tétouan ;
- Communes Rurales: Souk Lakdim, Sahtryienne et Ben Karrich ;
- Superficie du projet : 1 500 ha.

3. Objectifs du projet

- sécuriser une partie importante de la production agricole ;
- intensifier la mise en valeur agricole ;
- permettre la pratique des spéculations plus rémunératrices ;
- améliorer les revenus des populations rurales et augmenter l'offre d'emploi.

4. Ressources en eau

- Barrage Oued Martil avec une dotation d'eau réservée à l'agriculture de 15 millions m³.

5. Consistance du projet

Les infrastructures d'irrigation prévues pour l'aménagement du périmètre Mhajrat-Ajras (1500 ha) se présentent comme suit :

- ouvrages de raccordement au barrage ;
- adducteur (Φ 1 000) (5 Km) ;
- station de filtration ;
- équipement des parcelles en irrigation localisée ;
- réseau d'irrigation sur 52,7 Km ;
- réseau d'assainissement et de pistes.

6. Coût du projet

- 180 millions de DH (MDH).

7. Calendrier

- Période d'exécution : 2011-2014.

8. Impacts du projet

Le projet va permettre de :

- créer une valeur ajoutée agricole annuelle estimée à 35 MDH ;
- générer près 200 000 journées de travail au cours de son exécution ;
- générer près de 84 000 journées de travail par an grâce aux activités directes de la production agricole.

9. Etat d'avancement

Activités en cours

- les travaux des ouvrages de tête et adducteur (5km) ;
- études d'exécution en cours (taux de réalisation de 70%).

Activités restantes à réaliser

- travaux de réseau d'irrigation sur 52,7 Km ;
- travaux de réseau d'assainissement et de pistes ;
- équipement des parcelles en irrigation localisée.

Projet 10.
Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique :
Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion
des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dryland
(IAV Hassan II/CNRST/ADA)

10.1. Introduction

Au Maroc, le secteur agricole, principal pilier du développement économique, employant 40 % de la population active et participant à 14% du PIB national, se trouve aujourd'hui grandement menacé par les effets du changement climatique à travers l'élévation de la température, la baisse des précipitations, la perte croissante de la biodiversité et la dégradation des sols. Toute stratégie adaptative pour y remédier doit être pensée en intégrant l'agriculture marocaine dans sa globalité, à savoir : l'irrigué, le pluvial et l'oasis qui connaissent des contraintes et des niveaux technologiques totalement différents.

En effet, les périmètres irrigués, qui utilisent 80% des eaux mobilisables et contribuent en moyenne à 45% de la valeur ajoutée agricole, connaissent une situation hydrique de plus en plus critique et exacerbée par les changements climatiques ; on est passé de la gestion de la demande à la gestion de la pénurie.

Le dry land, qui représente 85% des superficies agricoles du Maroc, est dépend totalement des aléas climatiques et est par conséquent particulièrement vulnérable aux Changements Climatiques (CC), qui se traduit notamment par une augmentation de la fréquence, de la durée et de la sévérité des épisodes de sécheresse.

10.2. But et objectifs

Pour répondre à la problématique exposée ci-dessus, nous avons proposé dans ce projet des méthodes d'adaptation aux changements climatiques distinctes qui tiennent compte des spécificités et contraintes des 2 secteurs décrits précédemment : l'irrigué et le dry land.

Pour l'Agriculture irriguée, la technologie proposée est le développement d'un Système d'Information Agricole pour le transfert de l'innovation, l'économie de l'eau et la gestion de la pénurie dans les périmètres irrigués. Les objectifs poursuivis sont au nombre de trois : amélioration de la productivité agricole, réduction de la vulnérabilité et amélioration du niveau de vie des producteurs.

Pour l'agriculture pluviale, le projet prévoit la diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures pour le dry land. L'objectif poursuivi est de développer un système agro-climatique d'aide au choix variétal et à l'ajustement du calendrier des activités agricoles à travers le raisonnement des dates de semis, des doses et des stades de fertilisation, ainsi qu'à travers l'alerte à la sécheresse et aux maladies et ravageurs. Ce système sera accompagné d'un renforcement des capacités institutionnelles d'encadrement, la sensibilisation et la formation des acteurs ruraux.

10.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

La crise liée aux effets de la sécheresse et des changements climatiques sur l'agriculture est devenue structurelle. Le gouvernement marocain a ainsi inscrit parmi ses impératifs divers programmes pour l'atténuation de ces effets. Ce projet, s'inscrit dans les priorités de ces programmes nationaux à savoir : Le Plan Maroc Vert (PMV), l'Initiative Nationale de Développement Humain (INDH), la Sécurité Alimentaire, l'Adaptation à la sécheresse, la Mitigation de la sécheresse, le Plan national de lutte contre le réchauffement

climatique (PNRC), les Plans Régionaux de Lutte contre le Réchauffement Climatique (PRLC) et le Plan d'action national de lutte contre la désertification (PAN-LCD).

10.4. Résultats attendus du projet

L'élaboration et la diffusion du paquet technologique à travers ce projet permettra l'adaptation de l'agriculture marocaine aux effets des changements climatiques et la transition d'une agriculture conventionnelle vers une agriculture durable, respectueuse de l'environnement. Les avantages attendus sont :

- une meilleure production avec moins d'eau ;
- une augmentation des efficacités de l'utilisation de l'eau ;
- une meilleure anticipation et pilotage des irrigations, la gestion des pénuries d'eau et des sécheresses ;
- une meilleure production avec des variétés adaptées ;
- une meilleure production avec une fertilisation rationnelle ;
- une augmentation des niveaux de rendement et de productivité ;
- une contribution à la préservation du sol et de l'environnement ;
- une réduction de l'empreinte carbone du secteur agricole par une meilleure rationalisation des techniques de production (réduction des besoins en énergie et en intrants et amélioration des efficacités) ;
- une contribution à la réduction de la pauvreté.

Les messages forts du projet sont :

- mieux informer en temps réel pour mieux agir (mieux anticiper et piloter les irrigations, la gestion des pénuries d'eau et les sécheresses) ;
- produire plus avec moins d'eau et d'intrants (augmenter les efficacités d'utilisation de l'eau).

10.5. Portée du projet et mises en œuvre possibles

La portée du projet est nationale. Il intègre en effet l'agriculture marocaine dans sa globalité, à savoir : l'irrigué, le pluvial et l'oasis, dont les contraintes et les niveaux technologiques contrastés doivent être pris en compte dans la conception des méthodes d'adaptation aux changements climatiques. Sept régions du Maroc seront étudiées et les résultats pourront être disséminés au niveau national.

Sa faisabilité est bonne à très bonne : en irrigué, la technologie proposée est innovante et facile à implanter. En dry land, l'approche apporte une réelle valeur ajoutée dans la mesure où les difficultés rencontrées pour diffuser la variété seront levées du fait que le budget alloué à l'agriculture au niveau national a été multiplié par cinq. De plus, une attention particulière a été portée à l'amélioration des capacités grâce au système d'information, à la sensibilisation et à la formation.

Ce projet est une approche nouvelle qui se propose d'accompagner la stratégie nationale du Plan Maroc Vert avec des mécanismes d'intervention innovateurs et le développement de partenariats Public/Privé et Public/Public.

10.6. Calendrier

La durée totale du projet est de cinq ans, déclinée comme indiqué dans les tableaux 21 et 22 ci-dessous :

Tableau 21 : Calendrier de réalisation du projet de développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Création de comités de pilotage du projet	←→				
Diagnostic de la situation actuelle	←→				
Benchmarking international	←→				
Mise en place d'ateliers de concertation		←→			
Design et application de la stratégie d'intervention	←→ Design		Application		
Amélioration des capacités des bénéficiaires et partenaires		←→			
Evaluation et suivi du projet	←→				

Tableau 22 : Calendrier de réalisation du projet de diffusion des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dry land

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Création de comités de pilotage du projet	←→				
Diagnostic de la situation actuelle	←→				
Organisation d'ateliers de réflexion		←→			
Amélioration des capacités des agents d'encadrement		←→			
Installation de champs de démonstration pour la formation des agriculteurs			←→		
Production et diffusion d'outils (bulletins agro-climatiques, fiches techniques, dépliants, films) d'information et de sensibilisation aux bonnes pratiques de conduite des cultures				←→	
Evaluation et suivi du projet	←→				

10.7. Budget / Ressources nécessaires

Le budget estimatif total du projet est de 17,8 millions de dollars (Tab. 23), dont 8 millions US \$ sont réservés à la composante I pour les deux régions identifiées (Souss et Haouz) et 9,8 millions US \$ pour la composante II pour 5 zones agro-écologiques. Il n'y a pas de co-financement prévu.

Tableau 23 : Budget estimatif du projet de développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et de la Diffusion des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dry land

Budget préliminaire estimatif	Prix (x 1000 US \$)	
	Composante I	Composante II
<i>Ce budget est modulable Il peut être revu à la baisse et réajusté en réduisant le nombre de régions d'interventions</i>		
1. Technologies et équipements		
■ Agro climatologie	300	
■ Télémétrie	720	
■ Hydraulique	350	
■ Audio Visuel	220	
■ Agro-Irrigation	450	
■ Education	280	
■ Pièces de rechange	220	
■ Véhicules, équipements agricoles, petit matériel		2500
■ Matériel , équipement didactique et élaboration d'un système d'alerte		650
2. R&D et Services d'appui	780	2000
3. Renforcement des capacités	1360	1200
4. Partenariat (+ partenariat PP et développement du conseil agricole privé pour la composante I)	580	800
5. Assistance technique		
■ Internationale	740	450
■ Nationale	520	600
6. Frais de gestion du projet		
■ Salaires	640	600
■ Fonctionnement	480	500
■ Maintenance		100
7. Maintenance	360	400
Total (x 1000 Dollars US)	8000	9800

10.8. Mesure et évaluation

Pour la composante I :

- création d'un système d'information agricole fonctionnel ;
- nombre d'agriculteurs qui utilisent le système ;
- nombre de bénéficiaires satisfaits ;
- nombre de personnes formées (secteur public, privé et des producteurs) ;
- nombre de cliniques mobiles d'irrigation opérationnelles ;
- nombre de films, messages, guides techniques produits et diffusés.

Pour la composante II :

- système agro-climatique d'aide à l'ajustement des activités agricole, fonctionnel et adapté à chaque agro-écosystème ;
- nombre d'agents d'encadrement formés ;
- nombre de champs de démonstration installés ;
- nombre d'agriculteurs touchés ;
- nombre de bulletins, films et dépliants produits.

10.9. Complications possibles et défis

Pour la composante I, la réalisation du système d'information agricole pour l'économie d'eau proposé ne devrait pas rencontrer de complications particulières. En effet, la technologie proposée est soft et répond à des besoins réels des services de mise en valeur agricoles et celle des producteurs qui sont demandeurs d'informations et de conseils.

Pour la composante II, la mise en place d'un système agro-climatique d'aide au choix variétal et à l'ajustement des activités agricole ne devrait également pas rencontrer de complications particulières. Au contraire, elle est favorisée et promue par la nouvelle stratégie du Plan Maroc Vert qui, en multipliant par cinq le budget de l'agriculture, accorde de nombreuses subventions et aides pour le déploiement de semences sélectionnées de variétés adaptées et encourage par le biais de l'agrégation les associations entre « bons » et « moins bons agriculteurs ». Il s'agit par ailleurs d'une technologie soft qui ne nécessite pas de lourds investissements et porte essentiellement sur la sensibilisation et la formation par la transmission d'un « savoir-faire ».

10.10. Responsabilités et coordination

Trois instances sont prévues pour mener à bien le projet d'Adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique :

- i. l'unité de gestion du projet (IAV Hassan II/CNRST/ADA) : elle assure le secrétariat, la coordination, la planification/exécution des activités, le suivi et l'évaluation externe ;
- ii. le comité de pilotage inter-partenaires : il est constitué de :
 - pour la Composante I : l'IAV Hassan II (porteur du projet), le Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique (CNRST), l'Agence pour le développement Agricole (ADA), l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz (ORMVAH) et l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Souss-Massa (ORMVASM) ;
 - pour la Composante II : l'IAV Hassan II (porteur du projet), l'Agence pour le développement Agricole (ADA) et les Directions Régionales de l'Agriculture.

Le comité de pilotage inter-partenaires fixe les orientations, valide les choix stratégiques et les plans d'action retenus. Il a un rôle de concertation et de renforcement de la participation des partenaires, améliore les synergies, évite la duplication des actions et facilite la réalisation des activités ;

- iii. les comités techniques régionaux : 1 par région (soit 2 pour la composante I et 5 pour la composante II). Ils sont chargés d'exécuter les actions décidées par le comité de pilotage mais sont également une force de proposition et de facilitation.

Projet 11.
Un million et demi d'hectares de semis direct
en agriculture pluviale dans l'horizon 2020
(INRA/MAPM)

11.1. Introduction

Les premières recherches sur le Semis Direct (SD) au Maroc ont débuté au début des années 80. Les objectifs de ces recherches étaient une conservation et une meilleure utilisation de l'eau pluviale surtout que le pays faisait face à une période de sécheresses des plus difficiles dans son histoire contemporaine. Les résultats étaient très encourageants et ont conclu que le système de production à base de SD permettait une meilleure adaptation aux changements climatiques. Ainsi, il a été identifié que le semoir qui permettait de réaliser ce travail de SD constituait une barrière à l'adoption de cette technologie très prometteuse. Les recherches pour développer un semoir adapté aux conditions marocaines sont devenues un objectif en soi. De ce fait, le laboratoire de machinisme agricole de l'INRA à Settat a développé un semoir pour le SD qui a été testé et amélioré en milieu réel avec les agriculteurs. Quatre séries de semoirs (5 à 10 par série) ont été fabriquées par un industriel national pour vérifier la faisabilité du projet et évaluer les performances de la conception marocaine. Les résultats étaient très encourageants mais ils n'atteignaient qu'une minorité d'agriculteurs, quelques dizaines, qui bénéficient de l'appui de la recherche par l'usage des prototypes expérimentales. L'absence d'appui au niveau des décideurs et le manque de moyens financiers et du marché qui reste à développer, les contraintes multiples liés aux structures foncières, aux aspects socio-économiques des agriculteurs, au financement n'ont jamais encouragé l'investissement par le secteur privé dans ce domaine.

11.2. Contexte Actuel

L'Agriculture de Conservation figure parmi les priorités du Plan Maroc Vert (PMV) qui constitue la stratégie de développement agricole du Maroc. C'est le moyen de production durable adopté dans le monde, et plus particulièrement dans les environnements similaires à celui du Maroc tels qu'en Australie où 70 % de la surface pratique l'AC. Ce système de production, même dans les conditions de faible production de biomasse, a montré qu'il permet de séquestrer le carbone dans le sol, de réduire les consommations de carburant et l'usure des équipements. Ainsi, il constitue pour les 4 millions d'hectares de grandes cultures prévus dans le PMV, la solution pour une exploitation durable des ressources naturelles du secteur de l'agriculture.

En outre cette technologie permet au Maroc de réduire sa dépendance en hydrocarbures qui sont importés et qui pèsent lourd sur la balance des échanges.

11.3. Objectifs

Le projet est placé dans une vision globale de créer les conditions propices du marché de cette innovation. Le développement de ce nouveau système de production à base de Semis Direct au Maroc permettra de réduire les coûts de production en énergie et intrants, de diminuer l'usure et le besoin en outils de travail du sol, d'augmenter la productivité de l'eau, diminuer la vulnérabilité de l'agriculture vis-à-vis des changements climatiques, et conserver les ressources naturelles, conditions sine qua none de la durabilité de l'agriculture en milieu pluviale.

Le principal objectif de ce projet est d'assurer la fabrication et la commercialisation des semoirs pour le Semis Direct au Maroc, à un prix abordable pour petits et moyens agriculteurs.

Les objectifs spécifiques sont ;

1. Développer une unité industrielle pour la fabrication de matériels et équipements agricoles pour l'Agriculture de Conservation (AC) à base de Semis Direct ;
2. Assurer la conversion des agriculteurs vers l'AC ;
3. Créer, former et encadrer des entreprises de services des travaux agricoles au niveau des communautés d'agriculteurs comme outils de promotion et de déploiement de l'Agriculture de Conservation.

11.4. Résultats attendus

Pour un objectif modeste de reconversion d'environ 30% des superficies emblavées en céréales, soit une surface de près de 1.5 millions d'hectares on peut facilement escompter les résultats suivants :

1. Une unité industrielle opérationnelle et compétitive fabriquant les semoirs pour le SD et d'autres équipements pour l'AC ;
2. 2000 semoirs de SD fabriqués à l'horizon de 2020 pour couvrir 1 400 000 ha de grandes cultures ;
3. 1400 entreprises de service agricole, 4000 emplois direct 20 000 emplois indirect ;
4. 150 000 agriculteurs bénéficiaires de programmes d'encadrements et de formations dans le cadre de l'AC ;
5. 9 0000 tonnes de gasoil et 800 tonnes de semences économisées annuellement ;
6. Contribution à la sécurité alimentaire par l'augmentation de 30% de la production des terres ayant pratiqué le semis direct ;
7. Contribution à l'atténuation des gaz à effet de serre par la réduction de deux millions de tonnes des émissions de CO2.

11.5. Dimension du projet

Tableau 24 : Evolution des superficies à traiter avec le semi-direct et des différents besoins correspondants

Désignation	Année									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface cumulée en 1000 ha	20	60	80	140	400	600	800	1000	1200	1400
Nombre d'agriculteurs ciblés (x 1000)	2	6	8	14	4	6	8	10	12	14
Semoirs fabriqués	50	100	200	200	450	500	500	500	500	500
Entreprises de service mise en place	25	50	50	50	100	100	100	100	100	100
Journées de formations	20	40	50	50	60	100	200	200	300	500
Encadrement Ingénieurs et techniciens (1 et 2 chacun pour 20000 ha)	3	9	12	21	60	80	120	150	180	210

11.6. Estimation des besoins en financement

Tableau 25 : Estimation de l'évolution par année de la production des semoirs au Maroc

Désignation	Année				
	1	2	3	4	5 et +
Nombre de semoirs fabriqués	50	100	200	200	500
Investissement usine (x 1000 \$)	6000	5000	100	100	50
Fond de roulement (x 1000 \$)	400	800	1 500	1 500	3 500
Marketing et promotion (x 1000 \$)	50	50	75	75	175

11.7. Encadrement des agriculteurs et accompagnement des entreprises de service

Les entreprises de service seront créées au niveau d'une communauté d'agriculteurs et recevront une formation au même titre que les agriculteurs. Le personnel d'encadrement assurera aussi des plateformes de démonstration.

11.8. Equipement et coût des entreprises de service

Tableau 26 : Estimation de l'évolution du nombre d'entreprises devant produire des semoirs du semi-direct et des coûts correspondants

Désignation	Coût annuel Unitaire En 1000 \$	Année							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre d'entreprises		20	40	50	50	60	100	200	200
Matériel : Tracteur, semoir, pulvérisateur, Faucheuse	40	800	1600	2000	2000	2400	4000	8000	8000
Personnel : Gérant, chauffeur, mécanicien, ouvriers	6	120	240	300	300	360	600	1200	1200
Frais de fonctionnement	20	400	800	1000	1000	1200	2000	4000	4000
Total		1320	2640	3300	3300	3960	6600	13200	13200

1.9. Coût de formation et d'encadrement

Tableau 27 : Estimation de l'évolution du coût du personnel qualifié en semi-direct

Désignation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre Personnel Technique	3	9	12	21	60	80	120	150	180	210
Coût moyen brut des salaires 1500 \$/personnes (en 1000 \$)	4.5	13.5	18	31.5	90	120	180	225	270	315
Autres frais (déplacement, carburant)	0.5	5	6	10	30	40	60	80	90	100
Total	5	18.5	24	41.5	120	160	180	305	360	415

Projet 12 :
Adaptation des petits agriculteurs au Changement Climatique en appui au
Plan Maroc Vert (PACC-PMV)
(MAPM /ADA)

12.1. Contexte

Le changement climatique engendrera des difficultés à l'agriculture marocaine en raison de la diminution des rendements des principales cultures et de l'augmentation de la variabilité de la production agricole. D'après les projections de la Banque mondiale au Maroc, on s'attend vraisemblablement à une augmentation des températures, à une diminution des précipitations et à une augmentation de leur variabilité. En effet, à l'horizon 2030, la température moyenne pourrait augmenter de 1.1 à 1.6 °C et les précipitations moyennes pourraient diminuer de 14%.

L'agriculture est extrêmement sensible au changement climatique. Des températures plus élevées diminuent les rendements des cultures et la modification des régimes des précipitations augmente la probabilité de mauvaises récoltes à court terme et d'une baisse de la production à long terme. L'agriculture marocaine serait également affectée par le changement climatique, étant donné qu'avec 85% des terres agricoles pluviales, où l'irrigation n'est pas présente pour contrebalancer les conditions climatiques défavorables. Les rendements des principales cultures subiraient des variations importantes en raison de la forte variabilité des précipitations et une fréquence élevée des sécheresses. L'impact sur la production agricole serait inégal selon les régions du Maroc ; les réductions les plus importantes sont attendues au niveau de zones arides et semi arides du pays. Cette réduction affectera les populations les plus vulnérables vivant en zone rurale qui dépendent de l'agriculture pluviale, qui constitue la première source de revenu et d'emploi

Au Maroc, l'agriculture a toujours été un secteur stratégique pour l'économie nationale. En témoigne son élévation comme priorité nationale au niveau de tous les plans de développement économique et social depuis l'indépendance, sa participation au PIB qui varie en effet entre 15 à 20% et son impact est majeur sur la croissance économique, qui peut être positif ou négatif selon les années. Le secteur joue également un rôle très important pour la sécurité alimentaire de plus de 30 millions de marocains, d'approvisionnement de l'agro-industrie en matières premières, d'emploi (3 à 4 millions de ruraux et un minimum de 60.000 dans l'agro-industrie), d'approvisionnement en devises par l'intégration aux marchés internationaux, de stabilisation des populations en milieu rural, d'aménagement du territoire, surtout au niveau des régions périphériques (zones arides et semi-arides, oasis et montagnes) et de développement durable, notamment en termes de préservation des ressources naturelles, surtout l'eau (l'agriculture consomme à elle seule plus de 80% au niveau national).

Le Plan Maroc Vert risque d'être contrecarré par les effets du changement climatique, il peut donc être renforcé par l'intégration de mesures d'adaptation.

12.2. Objectifs du projet

L'objectif du PACC-PMV est d'appuyer une agriculture solidaire, intégrée, durable et participative dans le cadre du Plan Maroc Vert, au niveau des régions agricoles défavorisées du Maroc.

Ainsi, le projet vise à atténuer le processus de dégradation des écosystèmes dans ces régions en permettant l'amélioration des conditions de vie des populations locales et la réduction du niveau de pauvreté.

- **Gestion durable des terres :**
 - Réduire la pression sur les ressources naturelles, liée à la compétition croissante pour l'utilisation des terres, à travers la gestion intégrée des filières de production agricole (végétale et animale), la diversification des activités agricoles, la minimisation de la production de résidus et la valorisation rationnelle et efficace des sous-produits ;
 - Renforcer les capacités en matière d'outils liés à la gestion durable des terres, à travers le développement participatif des actions visant l'intégration entre les filières et le développement des échanges entre les communautés locales au niveau régional ;
 - Améliorer le flux des services des agro-écosystèmes pour assurer la subsistance des populations locales, à travers le soutien à la commercialisation des produits locaux (avec labellisation, promotion de produits bio et à bas impact environnementale, traçabilité) ainsi que des sous-produits et des produits de niche ;
- **Biodiversité :**
 - Intégrer la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité dans les systèmes de production, à travers notamment la valorisation des plantes aromatiques et médicinales locales ;
- **Changement climatique :**
 - Promouvoir des mesures d'adaptation au changement climatique identifiées à travers la promotion du savoir-faire traditionnel ainsi que des technologies novatrices liées notamment à ce qui suit: (i) cultures et variétés améliorées et semences certifiées ; (ii) semis direct ; (iii) modifications des dates de semis et/ou de la densité de semis ; (iv) irrigation d'appoint ; (v) collecte des eaux pluviales et (vi) bonnes pratiques agronomiques.

12.3. Relations aux priorités du développement durable du pays

Le Plan Maroc Vert (PMV) est une stratégie gouvernementale ambitieuse qui veut faire de l'agriculture marocaine un moteur de croissance économique équitable et durable. Lancé en 2008, le PMV se fixe comme objectif, à l'horizon 2020, de doubler la valeur ajoutée agricole. Le PMV a adopté une approche globale pragmatique destinée à mobiliser tous les acteurs du développement agricole. Il repose sur deux piliers :

- Le Pilier I, qui porte sur le développement d'une agriculture productiviste et moderne ; et
- Le Pilier II, qui concerne l'accompagnement d'une agriculture solidaire et la lutte contre la pauvreté dans les zones marginales à économie fragile.

Chaque projet du Pilier II vise à appuyer une organisation professionnelle agricole (regroupant une ou plusieurs coopératives et/ou associations d'agriculteurs) dans le développement d'une filière spécifique, de l'amont (production) jusqu'à l'aval (commercialisation), avec une intégration verticale tout au long de la chaîne des valeurs.

La filière, choisie par les bénéficiaires, répond à la vocation des terres de la région, et ce, tel que décrit dans les 16 Plans Agricoles Régionaux (PAR), qui représentent la déclinaison régionale du PMV. Un projet du Pilier II intègre donc l'ensemble des actions mises en œuvre dans le territoire du projet et ce, en vue de valoriser au mieux la filière.

En outre, il prend la sauvegarde des ressources naturelles comme l'un de ses fondements visant la pérennisation du développement économique et social de l'agriculture solidaire marocaine, notamment à travers le développement des filières répondant parfaitement à la vocation des terres agricoles de chaque

région et par là une meilleure exploitation des ressources naturelles (réduction de la sole céréalière de 20% avec une amélioration de la production de 45% d'ici 2020 et extension et intensification de la plantation fruitière) ainsi que, l'intégration des aménagements fonciers consistant, notamment en des actions de protection et de préservation des sols contre l'érosion et de collecte des eaux pluviales,.....

Le pilier II du Plan Maroc constitue un vecteur efficace de transfert des acquis de la recherche agronomique auprès des organisations professionnelles des bénéficiaires des projets et par là, l'adoption du progrès technique au sein des filières de production végétale et animale, ce qui représente l'un des mécanismes importants d'adaptation et d'atténuation des effets du changement climatique notamment de la sécheresse.

De plus, le financement des projets du Pilier II du Plan Maroc Vert est assuré par l'Etat ainsi que par la contribution des bénéficiaires. Il y a lieu de signaler également que les structures locales d'encadrement et de formation des agriculteurs sont renforcées à travers la mise en œuvre de la nouvelle stratégie de développement du conseil agricole.

Le Pilier II doit faire face à plusieurs contraintes structurelles et techniques. La majorité des exploitations agricoles sont des exploitations de subsistance à faible productivité. Elles sont de faible taille (70 % de ces exploitations s'étend sur moins de cinq hectares), essentiellement pluviales et situées dans les zones marginales, avec une utilisation limitée des technologies. Au niveau de la commercialisation, la présence d'une multitude d'intermédiaires et le caractère aléatoire des prix à la production réduisent le revenu des petits agriculteurs.

En outre, le Pilier II doit prendre en considération plusieurs défis environnementaux. Le caractère structurel de la sécheresse au Maroc risque d'amener à une surexploitation des ressources en eaux souterraines. La perte de fertilité des terres peut engendrer des problèmes d'érosion et de baisse de production. L'introduction d'intrants, l'augmentation des productions et la construction d'unités de valorisation, de transformation et de stockage engendrent un risque environnemental potentiel, notamment par rapport à la gestion des déchets agricoles. L'extension des activités agricoles (animale et végétale) aux terres marginales, essentiellement des parcours, risque d'entraver la durabilité des parcours et la biodiversité.

Enfin, le changement climatique représente un facteur de risque important pour la mise en œuvre du Pilier II dans les années et les décennies à venir. Le changement climatique engendrera en effet une diminution des rendements des principales cultures notamment celles pratiquées dans les zones pluviales et une augmentation de la variabilité de la production agricole. Ce sont les petits exploitants qui seront les plus touchés, ceux dont les ressources et les emplois dépendent essentiellement d'une agriculture pluviale utilisant peu d'intrants.

12.4. Résultats attendus du projet

Les principaux résultats attendus du PACC-PMV sont:

- **Gestion durable des terres :**
 - Pratiques de gestion intégrée adoptées par les communautés et pratiques de gestion traditionnelles existantes valorisées ;
 - Environnement favorable dans le secteur agricole instauré ; Gestion agricole améliorée ; et Flux des services dans les agro-écosystèmes durables.

- **Biodiversité :**
 - Superficie des paysages productifs gérés durablement et intégrant la conservation de la biodiversité (augmentée), tout en soutenant le développement durable des filières économiquement viables, dont la femme rurale joue un rôle principal.
- **Changement climatique :**
 - Technologies traditionnelles et novatrices résilientes au changement climatique démontrées, déployées et transférées avec succès auprès des petits agriculteurs.

Par ailleurs, le projet va permettre le renforcement des capacités du personnel au niveau des institutions publiques et privées dans le domaine d'adaptation au changement climatique

12.5. Portée du projet et la mise en œuvre possibles

Le PACC-PMV a une portée nationale et concerne l'ensemble des régions du Maroc. La logique d'intervention proposée consiste à appuyer une agriculture solidaire, intégrée, durable et participative dans le cadre du Plan Maroc Vert, au niveau des régions défavorisées du Maroc.

Le projet se concentrera sur l'agriculture solidaire du Pilier II, étant donné l'importance de ce pilier au niveau des zones marginales, mais son succès pourrait inspirer également les porteurs de projets Pilier I. Le projet visera l'intégration des activités aussi bien verticalement (le long de la chaîne des valeurs de chaque filière) que horizontalement (entre filières). L'intégration horizontale permettra de diversifier les sources de revenus pour les petits agriculteurs, de mieux gérer les risques (notamment par rapport au changement climatique), de générer des synergies entre filières en utilisant les sous-produits d'une filière comme intrant de l'autre filière, et de mieux prendre en considération les risques environnementaux cumulatifs au niveau de l'écosystème. Cette approche holistique aboutira à une agriculture plus durable, avec la participation active de toutes les parties prenantes au niveau de la communauté, notamment les femmes rurales.

Les principales technologies d'adaptation à intégrer dans les projets du Pilier II du Plan Maroc Vert au titre du PACC-PMV sont :

- Acquisition des unités de fabrication et de valorisation des aliments de bétail à base des sous produits agricoles (cactus, grignon des olives,...) ;
- Recours aux technologies d'adaptation au changement climatique ci-après :
 - ✓ Génétiques (la variété améliorée, les plants fruitiers certifiés et la semence certifiée) ;
 - ✓ Economie de l'eau (la date de semis précoce, le semis direct, l'irrigation d'appoint, la collecte des eaux pluviales à la surface des parcelles (banquettes, cuvettes,...)) ;
 - ✓ Gestion intégrée des cultures (fertilisation, traitement phytosanitaire, désherbage, etc.).

Afin de réussir le déploiement de ces technologies auprès des agriculteurs bénéficiaires des projets, notamment ceux du Pilier II du PMV, il s'avère nécessaire d'entreprendre les actions ci-après :

- Renforcement des capacités au niveau institutionnel (administration, chambres d'agriculture, ...) et du privé (bénéficiaires, prestataires privés,...), à travers notamment l'organisation des formations liées au changement climatique;
- Appui aux conseillers agricoles dans ce domaine;
- Campagne de sensibilisation et de communication d'envergure liée au changement climatique.

12.6. Calendrier

La mise en œuvre du Plan Maroc Vert s'étale sur la période allant de 2008 à 2020.

12.7. Budget

Le Pilier II du PMV, concerne, à l'horizon 2020, l'accompagnement de plus de **855.000 petits** agriculteurs notamment dans les zones à économie fragile et ce, à travers l'amélioration de leurs revenus, moyennant leur intégration aux marchés. Pour ce faire, l'enveloppe financière qui sera mobilisée, à terme, s'élève à **2,37 milliards USD** en vue de réaliser près de **550 projets solidaires du Pilier II**. La source de financement du Pilier II est essentiellement le budget de l'Etat marocain, les bailleurs de fonds nationaux et internationaux et les agriculteurs bénéficiaires.

Depuis la mise en œuvre du Plan Maroc Vert (2010-2012), **325 projets** ont été lancés au profit (à terme) de **482.000 petits agriculteurs** couvrant une superficie à planter de **605.000 ha** et mobilisant une enveloppe financière de **1,26 milliards USD**. Pour ces projets, le budget de l'Etat a déjà alloué **586 millions USD**.

Le financement des projets pilier II est assuré à travers le budget général de l'Etat par l'Accord Cadre Pluriannuel de Financement du PMV signé entre le MAPM et le Ministère de l'Economie et des Finances donnant ainsi plus de visibilité sur le financement de ce Plan et en particulier des projets Pilier II.

Le PACC-PMV impliquera l'intégration des mesures d'adaptation au changement climatique aux projets du Pilier II, ce qui engendrera un coût additionnel estimé à 20%, soit une enveloppe financière supplémentaire de 474 millions USD.

12.8. Mesure et évaluation

L'ADA aura la responsabilité de la coordination du projet PACC-PMV pour les aspects techniques, administratifs, fiduciaires (finances et passation des marchés), de sauvegarde (environnementales et sociales), de suivi-évaluation (S&E) et les rapports de suivi.

L'ADA supervisera la mise en œuvre du projet et veillera à ce que les orientations retenues, les actions entreprises et les résultats obtenus correspondent bien aux documents et accords du projet. Notamment, le S&E sera effectué conformément aux procédures établies par l'ADA qui a mis en place un système de suivi informatisé basé sur des indicateurs de résultats, qui est partagé en temps réel avec les Directions Régionales de l'Agriculture (DRA). L'ADA assurera également des sessions de formation et organisera des ateliers et des visites sur le terrain, produira des documents d'information et lancera des campagnes de sensibilisation.

Le MAPM, par le biais des DRAs des régions ciblées, aura la responsabilité de la mise en œuvre des actions sur le terrain. Elles devront s'assurer de la participation des agriculteurs à toutes les étapes de la mise en œuvre du projet. Les DRAs établiront des contacts réguliers avec l'ADA, en fournissant toutes les données requises conformément au calendrier défini dans le programme de S&E.

12.9. Complications possibles et défis

Les défis du PACC-PMV consistent en la disponibilité de financement additionnel engendré par l'intégration des mesures d'adaptation au changement climatique dans les projets pilier II du PMV.

12.10. Responsabilités et de la coordination

Le projet PACC-PMV sera mis en œuvre par le MAPM et par l'ADA. Le montage institutionnel sera développé sur la base des leçons tirées par le MAPM et l'ADA à partir de la mise en œuvre du projet d'Intégration au Changement Climatique dans la mise en œuvre du Plan Maroc Vert (PICCPMV), qui s'est montré très

efficace. Les actions mises en place par le projet PACC-PMV viendront en complément à des projets Pilier II. Les bénéficiaires du projet PACC-PMV seront également des bénéficiaires des projets Pilier II, et seront donc organisés en coopératives et/ou associations.

Vu que les actions du projet PACC-PMV se grefferont sur celles des projets Pilier II, leur validation suivra la même procédure. La validation sera donc faite par le Comité technique² et par le Comité d'Investissements³ qui est présidé par Monsieur le Ministre du MAPM. Les procédures de priorisation et de mise en œuvre des projet Pilier II sont décrites dans le manuel de procédures disponibles sur le site web de l'ADA : www.ada.gov.ma.

Le projet PACC-PMV pourra profiter de la collaboration de plusieurs partenaires au Maroc, notamment de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) pour les aspects de recherche, du Centre des Ressources Pilier II pour les activités de formation, de l'Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (ONSSA) pour les aspects de gestion des sous-produits et de plusieurs autres entités publiques et privées.

Comité technique local (CTL) se tient en priorité au siège de la DPA sous la présidence du DRA ou de son représentant qui est le DPA concerné. Le CTL est constitué des représentants de l'ADA, de la Direction de Développement des Filières de Production (DDFP), de la Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAEA), de la DRA concernée, de la Direction de L'Enseignement, de la Formation et de la Recherche (DEFR), de la DPA / ORMVA et les CT/CDA concernés, de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), de(s) chef(s) de projet(s) des DRA/DPA, et de (s) président(s) des organisations professionnelles porteuses des projets.

Comité des Investissements, présidé par le Ministre de l'Agriculture, est constitué des membres relevant de l'ADA, de la DDFP, de la DIAEA, de la Direction Financière (DF), de la Direction de la Stratégie et des Statistiques (DSS), la DEFR, la DRA concernée. Le secrétariat du Comité des Investissements est assuré par l'ADA.

Annexe 3 :

Liste des intervenants et des parties prenantes concernées par le projet EBT

EQUIPE DU PROJET EBT MAROC

Prénom et Nom	Fonction	Coordonnées Intitulé Du Projet
Pr. Mohamed Sinan	Auteur du rapport du PAT/Adaptation Directeur de la Recherche à l'EHTP	075 37 29 33 21 06 19 200 206 Sinan_mohamed@yahoo.fr sinan@ehpt.ac.ma
Mme. Maya Aherdane	Directeur du projet EBT Directeur de l'Observation et de la Programmation au Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement	05 37 68 87 85 06 61 32 58 14 m.aherdan@mem.gov.ma
M. Mohamed Nbou	Directeur du projet EBT Directeur des Etudes, de la Planification et de la Prospective du Département de l'Environnement du Ministère de l'Énergie et des Mines, de l'Eau et de l'Environnement.	05 37 57 66 41 06 61 53 59 75 nbou@environnement.gov.ma
M. Ivan Nygaard	Directeur du projet EBT International/UNEP Centre RUSO. Université Technique du Danemark.	45 46 32 22 88 45 46 32 19 99 IVNY@risoe.dtu.dk unep@risoe.dk
Dr. Mhamed Sedrati	Facilitateur du projet EBT	05 37 64 18 45 06 61 48 48 77 amised2001@yahoo.fr
Dr. Abdelmoughit Lahbabi	Auteur du PAT/Atténuation	05 37 68 10 11 06 61 40 41 53 lahbabi.a@gmail.com

MINISTERE DE L'ENERGIE, DES MINES, DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION GENERALE DE L'HYDRAULIQUE (DGH)

SECTEUR DE L'EAU

Rue Hassan Benchechrone. Agdal Rabat

Prénom et Nom	Fonction	Coordonnées	Intitulé Du Projet
M. Abdelkader Benomar	Directeur de la Recherche et de la Planification de l'Eau	05 37 77 90 20 06 61 66 44 39 benomar@water.gov.ma	Tous les projets des ressources en eau
M. Hamid Benabdelfadil	Chef de la Division des Ressources en eau	05 37 77 36 64 06 61 09 73018 b.a.a@caramail.com	Collecte des eaux pluviales
M. Redouane Bouaïcha	Chef de la Division de la Métrologie hydrologique	0537 77 36 64 06 61 10 14 35 bouaicha@water.gov.ma	Système d'alerte
M. Jaouad Filali	Chef de service d'Hydrogéologie	05 37 68 58 24 06 61 75 93 69 fmjaouad@water.gov.ma	Recharge artificielle de la nappe de Guelmim
M. Aziz Zerouali	Directeur de l'Agence du Bassin Hydraulique de Bouregreg et de la Chaouiâ	05 23 29 08 21 ou 05 2329 02 83 ou 06 61 68 55 23 abhbouregreg@yahoo.fr abhbc@abhbc.ma	Recharge artificielle de la nappe de Berrechid

OFFICE NATIONAL DE L'ELECTRICITE ET DE L'EAU POTABLE (ONEE)

SECTEUR DE L'EAU POTABLE

Prénom et Nom	Fonction	Coordonnées	Intitulé Du Projet
M. Mahmoud Hafsi	Ingénieur	0661 08 40 78 mhafsi@onep.org.ma 0537 75	Dessalement de l'eau de mer pour la production de l'eau potable
			Elimination des cyanobactéries dans les ouvrages d'eau potable

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE MARITIME

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE HASSAN II (INRA)

SECTEUR DE L'AGRICULTURE

Prénom et Nom	Fonction	Coordonnées	Intitulé du projet
Dr. Mohamed Badraoui	Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique	badraoui@inra.org.ma 05 37 77 26 54	Agriculture de conservation : Développement d'un semoir marocain du semis direct
M. Balaghi	Chef du Département de l'Environnement et des Ressources Naturelles. Division Scientifique.	05 37 77 26 54 riad.balaghi@gmail.com	Agriculture de conservation : Développement d'un semoir marocain du semis direct
M. Oussama El Gharras	Chercheur Centre INRA de Settat	05 37 77 26 54 06 61 23 50 05 oelgharras@yahoo.com	Agriculture de conservation : Développement d'un semoir marocain du semis direct

INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II (IAV H II)

SECTEUR DE L'AGRICULTURE

Prénom et Nom	Fonction	Coordonnées	Intitulé du projet
Dr. Saïd Ouattar	Professeur	05 37 77 17 45/58/59 06 61 44 02 54 souattar@gmail.com	Système d'alerte à l'irrigation et aux traitements phytosanitaires
Dr Ouiam Lahlou	Professeur	05 37 77 17 45/58/59 06 61 44 02 54 ouiamlahlou@gmail.com	Système d'alerte à l'irrigation et aux traitements phytosanitaires
Dr Salwa Bennani	Responsable au Centre National Scientifique et Technique	05 37 56 98 00/34 06 61 40 22 95 bennani@gmail.com	Système d'alerte à l'irrigation et aux traitements phytosanitaires
Pr. Benasseur Alaoui	Enseignant chercheur	05 37 77 17 45/58/59 06 61 37 43 45 nasser_alaoui@yahoo.com	Renforcement des capacités pour l'extension de l'irrigation localisée

Dr. Yasmina Imani	Enseignant chercheur	05 37 77 17 45/58/59 yasmina.imani@gmail.com	Renforcement des capacités pour l'extension de l'irrigation localisée
--------------------------	----------------------	---	---

**DIRECTION DE L'IRRIGATION ET DE L'AMENAGEMENT DE L'AMENAGEMENT
DE L'ESPACE AGRICOLE (DIAEA)
SECTEUR DE L'AGRICULTURE**

Complexe Dbagh. Avenue Hassan II BP 1069 RP Rabat

Prénom et Nom	Fonction	Coordonnées	Intitulé du projet
M. M'hamed Belghiti	Chef de Division	0537698645 06 72 11 65 60 belghiti1957@gmail.com	Développement de l'irrigation localisée
M. EL Bouari Ahmed	Chef de Division	0537698645 bouariahed@gmail.com	Aménagement des périmètres irrigués en aval des barrages

AGENCE POUR LE DEVELOPEMENT AGRICOLE (ADA)

Espace les Patios, Angle Avenues Annakhil et Mehdi Benbarka,
Bâtiments 2 et 3, 3ème étage Hay Riad - Rabat

Prénom et Nom	Fonction	Coordonnées	Intitulé du projet
M. Mohammed EL Guerrouj	Directeur de la Gestion des Projets	0537 57 37 59 06 61 58 40 68 Med.elguerrouj@ada.gov.ma	Adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert
M. Hamid Felloun	Chef de Division	0537 57 37 59 06 61 11 02 42 hfelloun@gmail.com	Adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alaoui SB, Ameziane ET and Imani Y (2008) : Gestion Intégrée de l'Eau et de la Sécheresse Au Maroc. Première Conférence Internationale sur la gestion de la Sécheresse: Innovations Scientifiques et Technologiques. Saragosse, Espagne, 12-14 juin 2008.

Boldt J, Nygaard I, Hansen UE, Meltofe Troerup SL. UNEP (2010). Guiding the process of overcoming barriers to the transfer and diffusion of climate technologies. Version 01.1.

Bize J, Bourguet L, Lemoine L. (1972) : Alimentation Artificielle des Nappes Souterraines. Ed. Masson.

Alaoui SB (2008). Demande en eau Agricole (Volume 10). Sous mission I.4- Evaluation de la demande en eau actuelle et future. Mission I : Collecte des données, diagnostic et évaluation des ressources en eau et état de leur utilisation dans le Bassin Versant de Souss Massa. Etude de Révision du Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau (PDAIRE) des Bassins du Souss Massa.

MATUHE (2011). Communication Nationale Initiale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Etablissement et organisation d'activités génératrices de revenus pour la femme rurale, Haouz, Tamellalt Projet ABRI (Advancing the Blue Revolution Initiative). DAIABRI-USAID Project (2009).

Guide Méthodologique de la Recharge Artificielle des Nappes (RAN). Projet de recherche SEEE/EHTP. Sinan M. EHTP (2011).

Guide de la RAN de l'Inde (2000).

Gestion active des aquifères. Detay M. (1977). Ed. Masson.

Ezzine H, Ameziane TE, Alaoui SB, Belghiti M (2008): The use of Remote Sensing, Meteorological and Agricultural Indicators for Drought Characterization and Monitoring in Morocco. 1st International Conference on Drought, Saragossa, Spain, June 12 15, 2008.

Bourguet L, BURGEAP (2010) : Inventaire international des aménagements d'Alimentation Artificielle. Dépouillement et Synthèse. Hydrological Sciences Journal.

MAPM (2011). Séminaire international. "Le milieu marin et littoral méditerranéen : changement climatique et activités humaines ont-ils des impacts accélérateurs ?".

Ministère de l'Équipement et des Transports (2010). Impacts conditions climatiques sur les infrastructures de transport. Années 2008-2009 et 2010 ;

Plan Bleu (2011). Adaptation au changement climatique dans le secteur de l'eau en Méditerranée : situation et perspectives.

Plan Bleu (2010). Le dessalement de l'eau de mer : une réponse aux besoins d'eau douce en Méditerranée.

Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique. Maroc (2009).

Plan Maroc Vert (PMV) (2008).

Plan National de Lutte contre les Changements Climatiques (2010).
PNUD (2010). Technology Needs Assessment for Climate Change.

Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation PNEEI (2008).

ADA (2011). Projet d'Intégration du Changement Climatique dans la mise en œuvre du Plan Maroc Vert (PICCPMV). Etude Cadre de l'Impact Environnemental et Social.

Projet Européen DEWFORA sur l'Amélioration de l'Alerte Précoce à la Sécheresse et le Renforcement de la Préparation et de l'Adaptation à la Sécheresse en Afrique (DEWFORA). Projet de l'Union Européenne (2011-2013).

Riverside Technology Inc. and World bank (2010). Study of climate changes impacts on water resources management in Morocco using Dynamic Downscaling Models.

MATEE (2010). Seconde Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Sinan M (2009). Plan d'Aménagement Intégrée des Ressources en Eau du Bassin de Oum Er Rbiaa (PDAIRE). Sous-Mission 1.3.3. Qualité des Eaux Souterraines. ABHOER. CAGG. ADI.

Sinan M (2009). Evaluation et valorisation du potentiel en eau souterraine saumâtre du Maroc. Convention FAO-UTF/MOR/019/MOR. Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).

Sinan M (2008). Plan d'Aménagement Intégrée des Ressources en Eau du Bassin de Sebou (PDAIRE). MISSION I: Evaluation des ressources en eau. Sous-Mission I-2: Ressources en Eau Souterraine. ABHS. CAGG. ADI.

Sinan M, Jalil (2004). Impact des changements climatiques sur le climat et les ressources en eau du Maroc. 57^e Congrès canadien de géotechnique et le 5^e Congrès conjoint SCG/AIH sur les eaux souterraines : La géo-ingénierie pour la société et son environnement (24 au 27 octobre 2004), Québec, Canada.

Sinan M (2002). Vulnérabilité du Royaume du Maroc face aux Changements Climatiques. Impact sur les Ressources en Eau du Maroc.

Sinan M (2002). Les périmètres de protection des captages d'eau souterraine destinés à l'alimentation en eau potable en milieu poreux. Guide de dimensionnement. Convention UTF/MOR/019/MOR. Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).

Stratégie Nationale de l'Eau du Maroc (2009).

Synthèse des expériences de la réalimentation artificielle des aquifères en France. BRGM (2008).

UNEP. RISOE Centre, Elliott M, Armstrong A, Lobuglio J, Bartram J (2011). Technologies for Climate Change Adaptation. The Water Sector.

UNDP. RISOE Centre, Linham M, Nicholls J (2010). Technologies for Climate Change Adaptation. Coastal Erosion and Flooding.

UNDP. Projet EBT (2011). Second Atelier Régional de Renforcement des Capacités dans le cadre de l'Evaluation des besoins en transfert de technologies. Selingué. Mali.

UNESCO, FM 6E, ISESCO (2010). Conférence Internationale. Gestion durable du littoral : rôle de l'éducation et de la sensibilisation. Tanger. Maroc.

UN.UNFCCC (2005). Protocole de Kyoto à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

UN.UNFCCC (2005). Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

World Meteorological Organization (2011). Manual on Flood Forecasting and Warning.